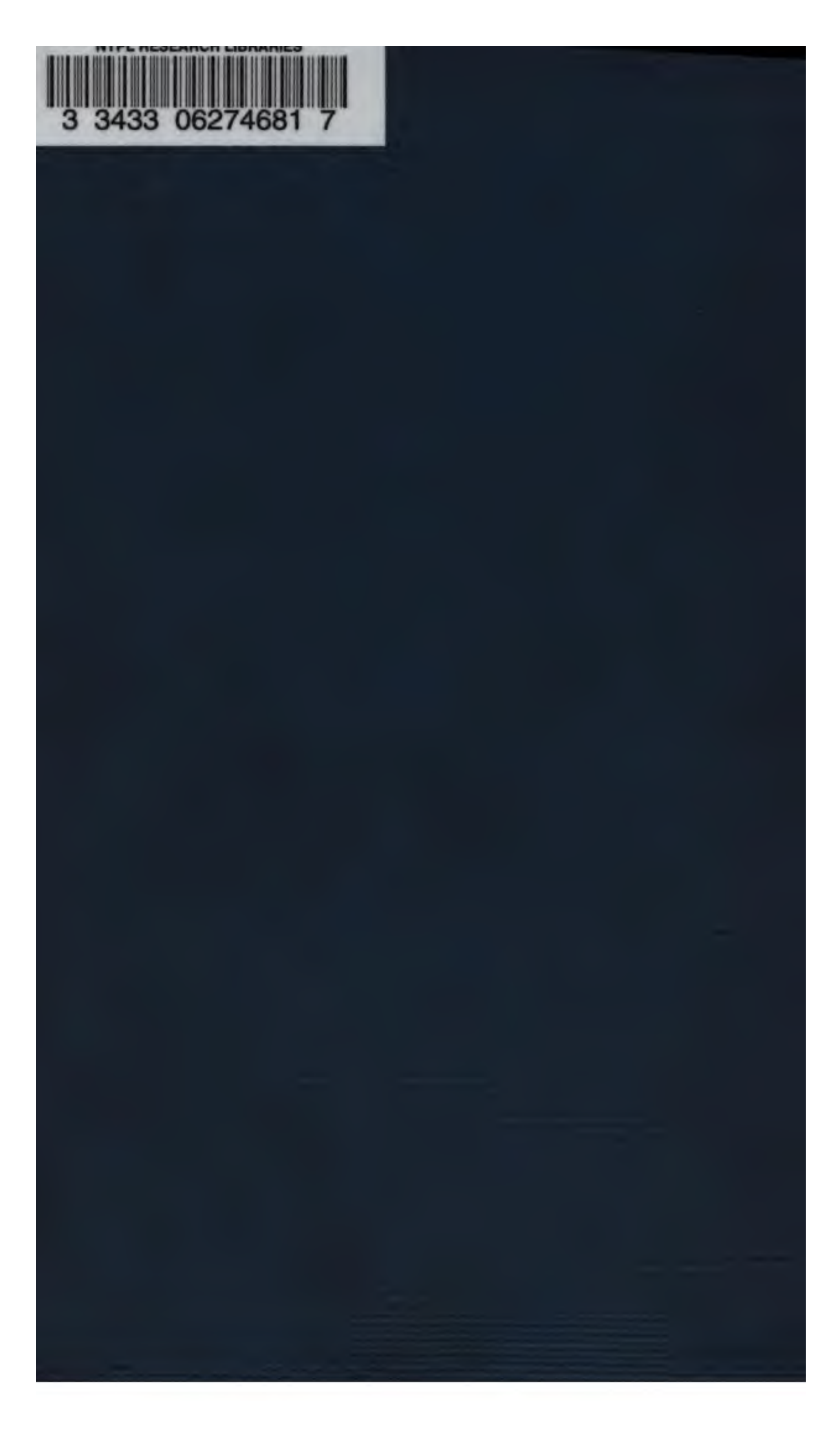

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06274681 7





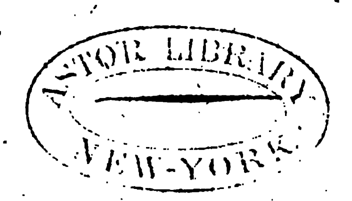




ANNALEN

DER

PHYSIK.



HERAUSGEGEBEN

VON

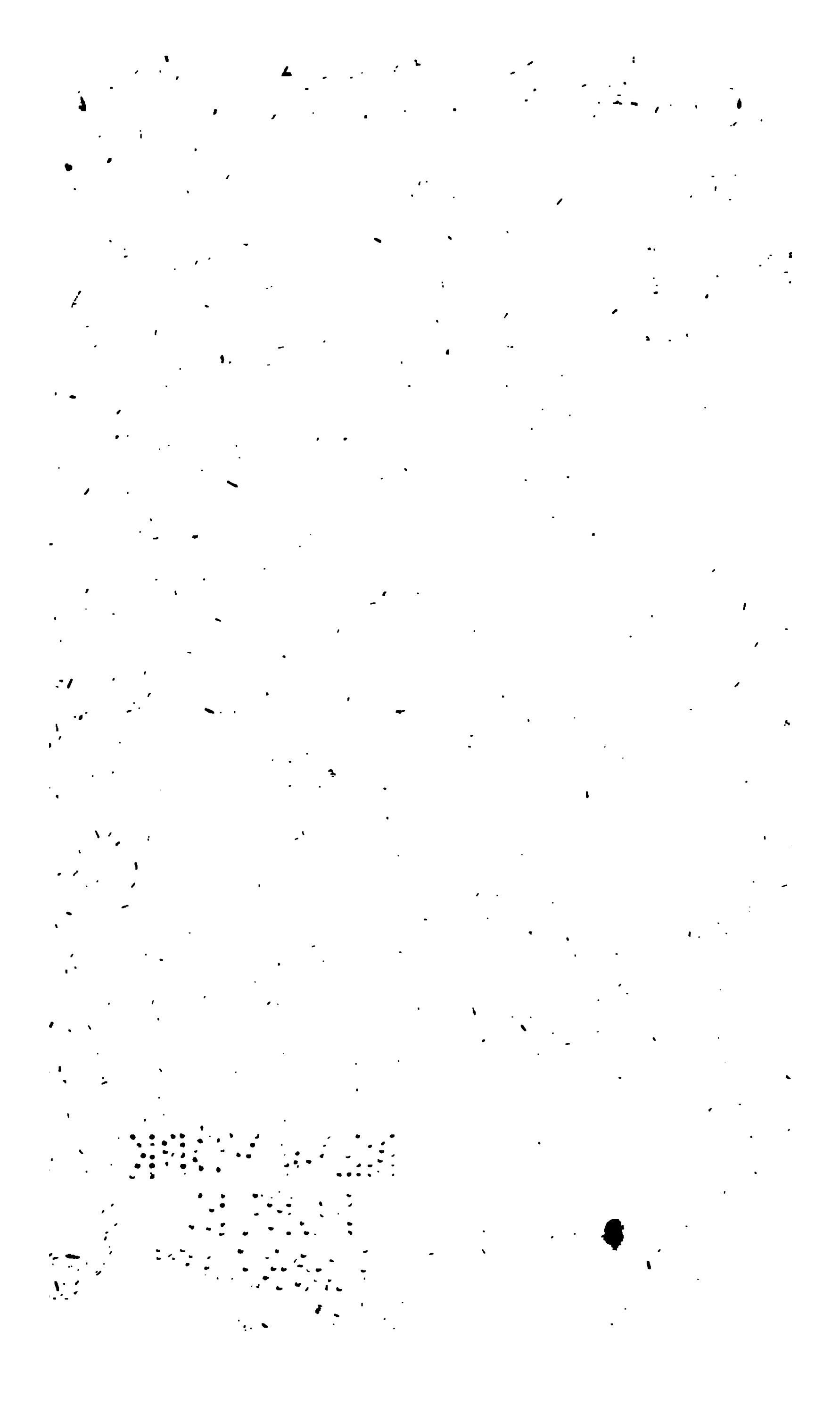
LUDWIG WILHELM GILBERT,

PROFESSOR DER PHYSIK UND CHEMIE ZU HALLE,
UND MITGLIED DER GESELLSCHAFT NATURFORSCHENDER FREUNDE
IN BERLIN U. ANDRER NATURF. SOCIETÄTEN.

ZEHNTER BAND.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1802.



INHALT.

Jahrgang 1802, Band 1,

oder

Zehnter Band erſtes Stück.

Zweites Stück.

Drittes Stück.

Viertes Stück.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1802, ERSTES STÜCK.

I.

Ueber die electroſkopiſchen Phänomene des Gasapparats an der Voltaiſchen Säule,

vom

Profeſſor Erman

in Berlin. *)

In dem Gasapparate wird die galvaniſche Kette durch vollkommene Leiter, welche ein unvollkommener Leiter trennt, geſchloſſen. Bis jetzt hat man hauptſächlich die *chemiſchen* Erſcheinungen beachtet, welche dieſer Fall darbietet; doch verdienen die *phyſiſchen* Phänomene, welche dabei ſtatt finden, gewiſs dieſelbe Aufmerkſamkeit. Eine Unterſuchung derſelben verſpricht uns manchen Aufſchluſs über den Ladungsmechanismus der Säule ſelbſt, die im Weſentlichen viel Analoges mit dem Gasapparate

*) Eine Fortſetzung der Unterſuchungen, deren Reſultate in den *Annalen*, VIII, 197 f., mitgetheilt ſind. *d. H.*

hat, und überdies hängt die Ausmittelung der physischen Beschaffenheit der galvanischen Flüssigkeit, nachdem sie bei ihrem Uebergange von Draht zu Draht neue Mischungen und Entmischungen bewirkt hat, vielleicht näher mit der Auflösung des chemischen Problems zusammen, als wir es zur Zeit vermuthen. — Folgende Sätze, welche Resultate aus sehr vielen Thatsachen sind, werden hoffentlich etwas dazu beitragen, diesen wichtigen Gegenstand aufzuhellen.

1.

Das Wasser ist ein sehr schlechter Leiter der Electricität im galvanischen Gasapparate; je reiner, desto geringer ist das Leitungsvermögen desselben, und mit diesem Leitungsvermögen steht die Intensität der chemischen Wirkung im geraden Verhältnisse. — Das Wasser leitet *an und für sich* die an einem Pole der Voltaischen Säule frei gewordene Electricität vollkommen; so dass, wenn man bloss diesen Pol mit dem einen Drahte eines Gasapparats in Verbindung setzt, dieser Pol sich durch Berührung des andern aus der Röhre hervorragenden frei stehenden Drahts völlig entladen lässt. So bald aber *beide* Drähte des Gasapparats mit beiden Polen der Batterie in Verbindung gebracht werden, ist alles geändert, und es tritt dann das oben erwähnte Gesetz ein, wovon der Grund sich in der Folge zeigen wird.

Eine Glasröhre, zum Gasapparate bestimmt, an welche vor der Lampe einige Röhrchen als Tubula-

turen angeblasen waren, (wie in Fig. 3, Taf. I,) wurde mit dem reinsten destillirten Wasser angefüllt, und zwei Platindrähte wurden so hinein gesteckt, dass die Spitzen derselben 6 Zoll von einander entfernt blieben. Diese Drähte verband ich mit den Polen einer sehr wirksamen Batterie von 200 Plattenpaaren, und brachte zugleich an jeden Draht des Gasapparats ein äusserst feines und sicheres Blattgold-Electrometer an. Die Gaserzeugung war wenig lebhaft, und die Electrometer behielten beinahe ihre völlige Divergenz; ein Beweis, dass die Verbindung von Pol zu Pol durch diese Wassersäule sehr unvollkommen war. Nun tröpfelte ich durch die Tubulaturen eine sehr geringe Menge einer schwachen Auflösung von salzsaurem Natrum, (ungefähr sechs bis acht Tropfen auf eine Unze Wasser, welche die Röhre ungefähr fassen konnte.) In dem nämlichen Augenblicke hörte die Divergenz in beiden Electrometern beinahe so gänzlich auf, als hätte ich von Pol zu Pol eine Metallleitung angebracht, und zugleich fingen die Platindrähte an, mit mehr als sechsfacher Heftigkeit ihre Gasarten zu geben. — Ich wiederhohlte diesen Versuch sehr oft, indem ich zur Vergleichung destillirtes Wasser, und gleich darauf Wasser aus dem Brunnen meiner Wohnung nahm, welches einen nicht unbeträchtlichen Antheil salzsaurer Kalkerde enthält, und fand jedes Mahl, dass vollkommen reines Wasser im Gasapparate eine comparativ sehr geringe Menge Gas giebt, und den Electrometern beinahe nichts

von ihrer Divergenz nimmt, indeſs das Brunnenwaſſer, (oder das mit einem ſalzſauren Neutralſalze vermiſchte reine Waſſer,) die Electricität der Säule viel vollkommener leitet, und zugleich eine dieſem Leitungsvermögen entſprechende gröſsere Menge von Gas liefert. Dieſe Thatſache iſt wichtig, indem ſie ganz offenbar die electriſche Wirkung mit der chemiſchen Wirkung in die innigſte Cauſalverbindung ſetzt. So leidet auch das Oehl an der galvaniſchen Batterie ganz und gar keine Veränderung, weil es die electriſche Wirkung ganz vollkommen hemmt, wie es die Electrometer zur Genüge zeigen. Auch hat dieſe Beobachtung einen ſehr directen Bezug auf den Gebrauch des Salzwaſſers zum Anfeuchten der Tuchſcheiben.

2.

Die Waſſerſäule, welche ſich im Gasapparate zwiſchen den beiden Batteriedrähten befindet, erhält während des galvaniſchen Prozeſſes wirklich Electricität.

Ein ſilbernes Rohr, an deſſen beide Enden Glasröhren gekittet waren, in welche ſich die Drähte der Batterie befeſtigen lieſsen, wurde, mit Brunnenwaſſer gefüllt, zum Gasapparate vorgerichtet. Nachdem ich die äuſsere Fläche am Feuer ſo genau getrocknet hatte, daſs ſelbſt mit dem Condenſator nicht die mindeſte Spur einer Leitung daran zu merken war, machte ich die Verbindung der Drähte mit der Batterie. Das ſilberne Mit-

elstück zeigte nun am Condensator äusserst starke Electricität, die nur durch die innere Wassersäule von einem Drahte zum andern hätte hingelangen können.

Eben so gab in einer Röhre, die gegen ihre Mitte einen Tubulus hatte und als Gasapparat an die Säule angebracht war, ein Draht, welcher durch diesen Tubulus in das Wasser der Röhre getaucht wurde, starke Divergenz am Condensator.

Endlich zeigte auch das Wasser einer Schale, worin die beiden Drähte der Säule Gas und Oxyd gaben, am Condensator sehr merkliche Electricität.

Es folgt aus diesen Thatsachen, denen ich eine Menge anderer gleich lautender beifügen könnte, dass bei der Gas- und Oxyderzeugung nicht die Electricität, oder wenigstens nicht alle Electricität, so verwendet wird, dass sie aufhören sollte, ihre physischen Wirkungen zu äussern. — Die Wichtigkeit dieser Untersuchung ist einleuchtend. Denn hätte sich gefunden, dass alle electrischen Erscheinungen bei der Wasserzersetung aufhörten, so wären die chemische Zersetzung der electrischen Materie; und ihre Concurrenz zur Gaserzeugung durch ihre eigne Entmischung und Abtretung ihrer Bestandtheile, erwiesen gewesen. Da es aber doch noch sehr denkbar ist, dass die Wassersäule nur den Ueberschuss des nicht verwendeten electrischen Fluidi anzeigt, und die electrischen Erscheinungen wirklich scwächer zu werden scheinen, je mehr Wasserzersetzungen an einer Batterie statt finden;

ſo iſt es allerdings der Mühe werth, daſs man auf dieſem Wege weiter fortſchreitet, und ich werde es mir angelegen ſeyn laſſen, in der Folge durch genauere Verſuche auszumachen, ob bei gänzlicher Iſolirung und ſehr vermehrter Waſſerzerſetzung an einer Batterie, zuletzt doch nicht vielleicht jede Spur von Electricität verſchwinden ſollte.

3.

Metalliſche Leiter, welchen die galvaniſche Einwirkung in der Kette durch Waſſerſchichten zugeführt wird, zeigen immer Polarität in Rückſicht auf die chemiſchen Wirkungen. — Dieſes Phänomen hat die auffallendſte Aehnlichkeit mit dem Spiele der Atmoſphären bei Electriſirungen durch Vertheilung. Ein Leiter *AB* unter dieſen Umſtänden der oxydgebenden Spitze *C* der Batterie genähert, theilt ſich in drei Theile oder Zonen, wovon die der Oxydſpitze *C* zunächſt liegende Gas giebt, die entgegengeſetzte Oxyd erzeugt, die mittelſte aber indifferent bleibt, und weder Gas noch Oxyd liefert.

Ehe ich noch meinen tubulirten Gasapparat erhalten hatte, ſetzte ich einen Apparat aus zwei Glasröhren ſo zuſammen, daſs an der Stelle, wo die eine Röhre in die Mündung der andern gekittet war, ein Metalldraht *C*, (Fig. 1, Taf. I,) in den Apparat zwiſchen die beiden Drähte der Batterie hineinreichte, während das andere Ende dieſes Mitteldrahtes auſserhalb der Röhre blieb, um am Electrometer geprüſt zu werden. Unter ſolchen Um-

ſtänden konnte die galvaniſche Wirkung vom poſiti-
ven Batteriedrahte *A* nicht zum negativen Batter-
drahte *B* gelangen, ohne auf ihrem Wege dem Mit-
teldrahte *C* zu begegnen, und ich glaubte mich ſo
im Beſitze eines einfachen Mittels, die electriſche Be-
ſchaffenheit des galvaniſchen Fluidi während ſeines
Ueberganges zu prüfen. Es zeigte ſich aber bald
die im vorigen Satze erwähnte Wirkung, welche
die beabſichtigte Prüfung ſehr erſchwerte. Der
Mitteldraht *C* theilte ſich der Länge nach in drei
ziemlich gleiche Theile. Derjenige, welcher der
oxydgebenden Spitze gegen über ſtand, gab Gas,
der Theil, welcher dem gasgebenden Drahte am
nächſten war, gab Oxyd, und der mittlere Theil
zwiſchen dieſen äuſserſten Enden blieb unverän-
dert. Dieſes Polariſiren eines Mitteldrahts, wel-
cher ſich in einer continuirlichen Waſſerſäule zwi-
ſchen den beiden Polardrähten der Batterie frei be-
findet, findet immer ſtatt. Oft habe ich in einer
einzigen Röhre 6 Mitteldrähte zwiſchen den Batte-
riedrähten angebracht, und ſtets hatte jeder dieſer
Mitteldrähte ſeinen Oxydpol, der dem Gaspole der
Batterie gegen über ſtand, ſeinen Gaspol, der
dem Oxydpole der Batterie entgegengeſetzt war, und
eine Indifferenzregion zwiſchen ſeinen beiden Polen.
Die Erſcheinungen zweier Gasapparate, die mit ihren
entgegengeſetzten Drähten an einander hängen,
zeigen ſich alſo hier unter Umſtänden, die unerwar-
tet und lehrreich ſind. Das electriſche Fluidum
kann folglich im galvaniſchen Prozeſſe unter keinen

Umſtänden einem im Waſſer ſich befindenden metallenen Leiter durchſtrömen oder vertheilend afficiren, ohne auch die chemiſchen Zerſetzungen hervorzubringen.

Ich ſah bald ein, daſs dieſes Phänomen des polariſirenden Mitteldrahts auch ſtatt finden müſste, wenn dieſer Mitteldraht gleich nicht mit den beiden Batteriedrähten in eine Röhre eingeſchloſſen wäre. Ich leitete die beiden Drähte der Batterie in eine flache Schale, in welche ich einige Linien hoch Waſſer gegoſſen hatte; als ich zwiſchen ihre Enden einen vollkommen polirten Draht legte, theilte er ſich augenblicklich in die drei erwähnten Zonen. Lag der Draht in der verlängerten Richtung der beiden Batteriedrähte, (im galvaniſchen Meridiane,) ſo waren ſich die Gas-, die Indifferenz- und die Oxydzonen an Länge gleich. Je mehr man aber den Mitteldraht gegen die Richtung der Batteriedrähte neigte, deſto weiter erſtreckten ſich die Gas- und Oxydzonen, und die Indifferenzzone wurde immer geringer. Die Gas- und Oxyderzeugung nahm aber darum nicht zu, die Wirkung war im Gegentheile abſolut genommen geſchwächt, nur erſtreckte ſie ſich auf gröſsere Theile der Oberfläche. Als ich endlich den Mitteldraht ſo um ſeinen Mittelpunkt drehete, daſs er mit der verlängerten Richtung der Batteriedrähte einen rechten Winkel machte, (im galvaniſchen Aequator lag,) theilte ſich der ganze Mitteldraht der Breite nach in die

drei erwähnten Zonen. Die ganze dem Gaspole gegen über liegende Fläche oxydirte sich, und die dem Oxydpole entgegengesetzte gab einen zarten Schaum, der von der Gaserzeugung herrührte. In dieser Lage war aber die absolute Quantität des Gas und Oxyds sehr gering in Vergleichung mit der, die von den Spitzen in ihrer vorigen Lage herrührte. Oft wenn die Batterie sehr kräftig wirkte, fand ich an der Wasserstofffläche des messingenen Mitteldrahts eine äusserst schöne dendritische Vegetation von einem dunkeln, beinahe schwarzen Kupferoxyd, das durch den in dessen Nähe frei werdenden Wasserstoff zum Theil reducirt war. Warum aber die oft 4 bis 5 Linien langen Dendriten immer nach dem Oxydpole der Batterie ihre Richtung nahmen, ist wohl schwer zu erklären; es wäre denn, dass das Oxyd, welches durch die Wasserstofffläche zum Theil reducirt wurde, vom entgegengesetzten Oxydpole der Batterie herrührte und sich bloss gegen den Mitteldraht herüber gezogen hätte. Uebrigens ist auch in diesem Versuche die Wirkung nicht auf einen einzigen Mitteldraht eingeschränkt. Ich hatte oft in einer Schale zehn und mehr Mitteldrähte von homogenen und auch von verschiedenen Metallen, in allen möglichen Richtungen. Alle zeigten das Phänomen der Vertheilung in drei Zonen, mit den von ihrer Lage herrührenden eben erwähnten Modificationen. Dieser Versuch erfordert, wie mehrere der hier angeführten, eine sehr kräftige Säule, um bestimmte Resultate zu geben.

Diese Erscheinungen zeigen uns nebenbei, wie äusserst schlecht in Vergleichung mit den Metallen das Wasser die galvanische Wirkung leitet; denn die wechselseitige Einwirkung der Batteriedrähte geschieht nicht immediat auf dem kürzestem Wege durch das frei dazwischen liegende Wasser, sondern geht durch einen grossen Umweg durch die Endspitzen des Metalles, welchen spitzen Winkel auch der Mitteldraht mit dem galvanischen Meridiane macht. Ein ähnlicher Umweg zeigt sich bei der galvanischen Wirkung, wenn der Mitteldraht *C*, (Fig. 2, wo o, wie in den übrigen Figuren, das Ausbleiben jeder chemischen Wirkung anzeigt,) selbst mit einem der Pole der Säule verbunden wird. Es wende sich z. B. der Mitteldraht gleich bei seinem Eintritte in die Röhre gegen den Draht *A* des Gasapparats, und man verbinde den entgegengesetzten Draht *B* mit dem andern Pole der Batterie, so giebt eine gute Strecke von *C*, die ganz ausserhalb des geschlossenen Kreises liegt, das Gas, oder das Oxyd, je nachdem *C* mit dem negativen oder dem positiven Pole verbunden worden. Dieses ging indess nie so weit, dass die abgewendete Spitze des Drahts *C* die chemische Wirkung gezeigt hätte, sondern es war nur eine Zone von *C*, die sich dem Knie des nach *A* gebogenen Drahts bald mehr, bald weniger näherte. — Wir haben hier also zwei Fälle, wo bei zugespitzten und frei liegenden Körpern die galvanische Action sich nicht auf deren Spitzen bezieht. In der Folge werden einige noch interessantere Wir-

kungen dieſer Art vorkommen, wo zwei gegen über ſtehende Spitzen im Gasapparate keine chemiſchen Wirkungen zeigen, während oberhalb dieſer Spitzen die umgebogenen Knien der Drähte ſehr häufiges Gas und Oxyd erzeugen.

4.

Die Waſſerſäule im Gasapparate hat nicht in ihrer ganzen Länge eine gleichnamige Electricität, ſondern zeigt dieſelbe Polarität als eine an die Pole der Batterie angebrachte hanſene Schnur, (*Annalen,* VIII, 207,) *und andere Halbleiter der Electricität, welche Volta unter der Benennung von Leitern der zweiten Art begreiſt.*

Ein Gasapparat, (Fig. 3,) der drei Tubulirungen, eine *E*, gerade in der Mitte der Röhre, die beiden andern *C* und *D* in gleichen Entfernungen von den Enden der Röhre hatte, wurde an ſeinen äuſserſten Enden mit Drähten verſehen, und dieſe, nachdem man ihn mit Brunnenwaſſer gefüllt hatte, mit den Polen der Säule und zugleich mit ſehr zarten Bennetſchen Electrometern in Verbindung gebracht. Beide Electrometer nahmen bald eine merkliche Divergenz an, deren Maximum zwar geringe, aber conſtant war, weil beide Pole iſolirt waren. Berührte man nun mit einem wohl iſolirten Drahte das Waſſer im Tubulus *C*, der dem poſitiven Pole *A* zunächſt war, ſo vermehrte ſich augenblicklich die Divergenz des Electrometers an *B*, beinahe eben ſo ſtark, als hätte man den Pol *A*

felbſt berührt. Eine Berührung des Waſſers im Tubulus *D*, der an den negativen Pol *B* angrenzte, benahm dem Electrometer in *B* alle Divergenz und brachte ſie ganz an das entgegengeſetzte Electrometer in *A*. Berührte man aber das Waſſer im mittelſten Tubulus *E*, der von den beiden Batteriedrähten gleich weit ab ſtand, ſo war in keinem von beiden Electrometern eine Spur von vermehrter oder verminderter Divergenz zu merken; beide behielten ſie ſo, wie ſie ihnen im natürlichen Zuſtande des Gleichgewichts zukam, gerade als hätte gar keine ableitende Berührung ſtatt gefunden, welches die Vertheilung der Electricität in der Waſſerſäule auſser allen Streit ſetzt. Mehrere Beweiſe dieſer Polarität findet man weiter hin.

5.

Die Mitteldrähte im Gasapparate zeigen ihrer ganzen Länge nach nur die Electricität desjenigen Theils der Waſſerſäule, worin ſie ſich befinden, ungeachtet ſie in zwei entgegengeſetzten Zuſtänden ſind. So z. B. giebt das Knie eines Drahts Oxyd, die Spitze Gas, indeſs der ganze Draht nur negative Electricität zeigt, weil er ſich in der Region des negativen Drahts befindet. — Dieſes allgemeiner ausgedrückt, giebt folgenden ſehr paradoxen Satz: *Es exiſtirt kein beſtändiges Verhältniſs weder zwiſchen wahrgenommenem — E und Gaserzeugung, noch zwiſchen wahrgenommenem + E und Oxydation.* Die Beobachtungen an den Polardrähten der Säule

haben veranlasst, dass man dieses Coexistiren des wahrnehmbaren + *E* mit Oxydation, und des — *E* mit Gaserzeugung als Gesetz aufgestellt, und sogar im wissenschaftlichen Sprachgebrauche die Benennungen: positiver und Oxydpol, negativer und Gaspol, als völlig synonym betrachtet hat. Folgende Versuche zeigen aber ganz bestimmt, dass eine Metallspitze sehr viel Oxyd geben, und doch zugleich sehr starkes — *E* haben, und umgekehrt viel Wasserstoffgas geben, und doch + *E* seyn kann.

In einen tubulirten Apparat mit 3 Röhrchen, (Fig. 4,) wurden zwei Mitteldrähte von Platin *C* und *D* so hinein geschoben, dass ihre Spitzen gegen einander gerichtet waren, indem sie sich von den nächsten Polardrähten der Batterie *A* und *B* ab, gegen den Indifferenzpunkt *E* in der Mitte der Wassersäule wendeten. Jeder dieser Drähte theilte sich nach dem oben angeführten Gesetze der Länge nach in drei Zonen, deren mittlere indifferent war, indess die beiden äussern, (da die Drähte Platin waren,) Gas gaben. Ich prüfte das aus dem Apparate hervorragende Ende eines jeden Mitteldrahts am Electrometer, und fand, dass *C*, als dem positiven Polardrahte der Batterie näher, auch positive Divergenz gab, und *D*, als nach dem negativen Polardrahte zu liegend, das Electrometer negativ afficirte. Hier ist also ein ganz bestimmter Fall, wo die Erzeugung des Wasserstoffgas an dem Theile eines Drahts geschah, der positive Electricität gab, und wo umgekehrt der oxydgebende Theil ei-

nes Drahts negative Electricität zeigte. Man betrachte nur Figur 4. Der positive Pol *A* der Batterie giebt Sauerstoffgas, und daher das am Drahte *C* dem Pole *A* gegen über stehende Knie Wasserstoffgas, und doch afficirte es das Electrometer eben so positiv, wie *A* selbst. Dieselbe Anomalie zeigt der Mitteldraht *D*. Der Polardraht *B*, dem er zunächst liegt, ist negativ und giebt Wasserstoffgas, daher das Knie des Mitteldrahts Sauerstoffgas; und dessen ungeachtet wirkt dieses ganz bestimmt als negativ auf das Electrometer. Ich habe die nämliche Erscheinung in sehr vielen andern Fällen bestätigt gefunden, will aber mit Fleiss bei diesem Versuche stehen bleiben.

Es sind dagegen nur zwei Einwendungen möglich; beiden will ich zu begegnen suchen. *Einmahl* könnte es zweifelhaft scheinen, ob in diesem paradoxen Falle der positive Draht auch wirklich Wasserstoffgas, der negative Sauerstoffgas gegeben habe, da sich im tubulirten Apparate die Gasarten, welche sich an den Platindrähten entwickeln, nicht auffangen und einzeln untersuchen lassen. Ich wiederhohlte aber den nämlichen Versuch mit oxydirbaren Metalldrähten, und sah hier das Oxyd von einem Drahte ausströmen, der das Electrometer geradezu und ohne Condensator äusserst merklich negativ afficirte. Ueberdies giebt es ein sehr leichtes und schätzbares Mittel, im tubulirten Gasapparate, worin Platindrähte gebraucht wer-

den, die chemische Constitution derselben zu prüfen. Man bringe durch den Tubulus einen zusammen gerollten Streifen Lackmuspapier dicht an die Spitze oder an das Knie des auf Sauerstoff zu prüfenden Mittel- oder Hauptdrahts. Entwickelt sich hier Sauerstoff, so wird das Papier in 8 bis 10 Minuten schon rosenroth gefärbt, (nicht ganz so schnell, aber eben so bestimmt, wenn man mit destillirtem Wasser arbeitet, welches aber bei Untersuchungen der Art gar nicht zu rathen, oder sogar in einigen Fällen, wegen der schlechten Leitungsfähigkeit des reinen Wassers, unmöglich ist.) Nach einer längern Zeit fängt das Papier an sich zu entfärben, und wird zuletzt ganz bleich, mit Ausstoſsung von sehr bestimmtem Geruche der übersauren Salzsäure, wovon ein Mehreres bei einer andern Gelegenheit. — Der Wasserstoffgas entwickelnde Platindraht färbt unter gleichen Umständen das Kurkumepapier sehr schön violett. Ich pflege aber das viel bequemere essiggeröthete blaue Papier anzuwenden. Ueber die Bestimmtheit und Schnelligkeit dieses Prüfungsmittels geht in der That nichts. Ich habe oft die Spitze des einen Mitteldrahts von einer Seite, und die entgegengesetzte von der andern, an das Papier in *E* gebracht, und nach sehr kurzer Zeit beim Herausnehmen gefunden, daſs die eine Fläche des Cylinders schön blau und die andere hochroth gefärbt war, je nachdem die Stellen des Papiers vom Oxyd- oder vom Wasserstoffdrahte berührt worden waren.

Der *zweite* mögliche Einwurf könnte die Prüfung des Mitteldrahts auf + oder — *E* betreffen, ob ſie nämlich ſcharf genug, und ob es auch erlaubt geweſen ſey, von dem aus dem Tubulus hervorragenden Theile des Drahts, der eigentlich das Electrometer berührt, auf den electriſchen Zuſtand des im Waſſer ſelbſt liegenden Theiles zu ſchlieſsen. Dieſem Einwurfe begegnete ich dadurch, daſs ich das Electrometer unmittelbar an die Mündung des Tubulus am Mitteldrahte anbrachte; ſelbſt da gab der oxyderzeugende Theil des Mitteldrahts *D* negative Divergenz, und das Waſſerſtoffgas gebende Knie von *C* war poſitiv. Ferner unterſuchte ich in dieſer Rückſicht die Enden des in einer Schale liegenden Mitteldrahts; ſie zeigten eben ſo wenig Correſpondenz zwiſchen der chemiſchen Wirkung dieſer Theile und der Natur der Electricität, die ſie anzeigten. Das Waſſerſtoffgas gebende Knie des Mitteldrahts *C* muſs auch deſshalb poſitiv ſeyn, weil eine ableitende Berührung dieſes Theils dem Electrometer in *A* alle Divergenz nimmt, und ſie auf den entgegengeſetzten Pol *B* überträgt; umgekehrt macht die Berührung des oxydgebenden Knies des Mitteldrahts *D* das Electrometer des poſitiven Poles in *A* divergiren, und entladet das Electrometer des negativen Batteriedrahtes *B*. — Folgendes *Experimentum crucis* läſst endlich über dieſen Gegenſtand keine Möglichkeit eines Zweifels übrig. Die aus dem Waſſer des erſten tubulirten Gasapparats hervorragenden Enden der Mitteldrähte *C* und *D* wur-

wurden in eine zweite parallel gelegte tubulirte Röhre geführt, und ſie gaben in dieſer zweiten Röhre eine lebhafte Waſſerzerſetzung, wobei der Draht, der aus der negativen Region des Waſſers des erſten Apparats kam, auch Waſſerſtoffgas im zweiten Apparate gab, und der der poſitiven Region des erſten Apparats zugehörige Draht, auch in der zweiten Röhre Oxyd erzeugte. Es war ſogar hinlänglich, die Enden der Mitteldrähte des erſten Apparats an die aus den Tubulirungen des zweiten hervorragenden Drähte anzulehnen, um in dieſer zweiten Röhre die Oxyd- und Gaserzeugung zu erhalten.

Zeigt nun aber dieſer paradoxe Fall nicht die Verſchiedenheit der electriſchen und chemiſchen Wirkung der Cauſalität nach? Muſs nicht das, was Oxydation und was Gaserzeugung hervorbringt, mit dem, was + E und − E bewirkt, durchaus heterogen ſeyn? und ſcheitert nicht gegen dieſe Thatſache das ganze Lehrgebäude des Newton der Electricität? (denn Franklin war nur Volta's Kepler.)

Ich glaube, daſs dieſer Schluſs, ſo natürlich und logiſch er mir anfangs ſelbſt ſchien, doch ſehr übereilt und unrichtig wäre. Wenn in einem Körper oder in einem Syſteme von Körpern irgend eine Urſache wirkt, um das Gleichgewicht der Electricität zu ſtören, ſo wird dieſer Körper oder dieſes Syſtem von Körpern in ſeinen äuſserſten Punkten + *E* und − *E* zeigen, (ein jeder wird meine nicht ganz dualiſtiſchen Ausdrücke leicht in die Sprache des

Dualismus überſetzen können.) Giebt man ihnen einen beliebigen überſchüſſigen Grad von + oder — *E*, der den gegenwärtigen electriſchen Zuſtand der Luft überſteigt, ſo wird der ganze Körper oder das ganze Syſtem dem Electrometer + oder — geben; darum aber hat die Kraft, die ſich beſtrebt, das Gleichgewicht zu heben, nicht aufgehört wirkſam zu ſeyn, und es wird an den äuſsern Enden in dem mitgetheilten + oder — noch immer eine ungleiche Vertheilung, (ungleiche Ziehung des + *E* und Abſtoſsung des — *E*,) ſtatt finden. Ein ſolches Syſtem von Körpern iſt die Voltaiſche Säule ſelbſt. Die wechſelſeitige Wirkung des Silbers und Zinks macht das Silber negativ und den Zink poſitiv, und die Säule, wenn ſie übrigens im electriſchen Gleichgewichte mit der Luft und dem Electrometer iſt, giebt dieſem + *E* am Zinkpole und — *E* am Silberpole. Ertheilt man aber der iſolirten Batterie mehr + E, als die Luft und das Electrometer haben, ſo wird der Silberpol ſelbſt das Electrometer ſtark mit + *E* afficiren; darum hört aber der Ladungsmechanismus nicht auf. Silber und Zink haben beide mehr + *E* als die Luft; ſie vertheilen es unter ſich aber wieder ungleich, ſo daſs ein Electrometer, das eben die Ladung hätte als die Batterie, am Silberpole mehr zuſammenfallen, und am Zinkpole mehr divergiren würde. Eben ſo kann die Säule am Zinkpole negativ gemacht werden, wenn man ihr — *E* beibringt, und deſſen ungeachtet geht der ſogenannte Circulations-Prozeſs ſeinen Gang ungehindert fort. — Die-

ſe Verſuche, die ich an der Batterie oft anſtellte, könnte man ebenfalls an der gewöhnlichen Electriſirmaſchine anſtellen, wenn es möglich wäre, der Luft des Zimmers einen ſo hohen und beſtändigen Grad von + *E* beizubringen, daſs alle Theile des Apparats, Reibzeug, erſter Leiter und Electrometer, + Divergenz gäben. So wie man nun beim Drehen der Scheibe die Excitation anfinge, die auch nur in aufgehobenem Gleichgewichte beſteht, würde das + *E* am Reibzeuge ſchwächer, am Leiter ſtärker werden; aber alle Electrometer würden, ſo lange wie dieſer Zuſtand der Luft dauerte, am Reibzeuge, ſo wie am erſten Leiter, mit + *E* divergiren.

Was nun von einem Syſteme von Körpern geſagt worden, gilt auch von unſerm Mitteldrahte, als einzelnem Körper, der durch das Electriſiren des Theils der Waſſerſäule, worin er ſich befindet, + oder — *E* erhalten hat, und doch zugleich durch die vertheilende Wirkung der Batteriedrähte, (die man vielleicht höchſt irrig eine Strömung nennt,) an einem Ende —, am andern + zu werden ſtrebt. Der abſolute electriſche Zuſtand dieſer Mitteldrähte iſt und bleibt +, wenn er ſich in der Region des Zinkdrahts, und —, wenn er ſich beim Silberdrahte befindet; aber er erhält ſeiner Länge nach eine Tendenz zum + und — werden, welche von der allgemeinen Wirkung der Batterie herrührt und durch die beſonders modificirte Leitungskraft des Waſſers möglich bleibt.

Ehe ich diefen Gegenftand verlaffe, will ich noch einige Umftände erwähnen, die fich auf die Wirkung der Mitteldrähte beziehen. Werden die Mitteldrähte *C* und *D*, (Fig. 4,) unter Waffer an einander gefchoben, fo hören im Augenblicke, wenn fie fich berühren, ihre Spitzen auf Gas und Oxyd zu geben, und die chemifchen Wirkungen gefchehen nur an den Knie-Enden diefer Drähte, die nun als ein einziger continuirlicher Leiter zu betrachten find. Diefe Erfcheinung war leicht vorauszufehen, und ift äufserft leicht zu erklären. — Etwas auffallender ift es, dafs gerade das nämliche ftatt findet, wenn man die beiden aus den Tubulaturen hervorragenden Enden *C* und *D* aufserhalb der Röhre in Berührung bringt, (Fig. 5.) Die Spitzen hören alsdann ebenfalls auf zu wirken, und nur die Knie-Enden geben Gas und Oxyd. Wenn man aber die geringe Leitungsfähigkeit des Waffers im Vergleiche der Metalle bedenkt, fo bleibt kein Zweifel, dafs bei der zufammenhängenden Metallleitung aufserhalb der Röhre, jetzt in einer und derfelben Röhre zwei verfchiedene, durch Waffer ifolirte, und durch Metalldrähte zufammenhängende Gasapparate entftanden find, wobei das einzige paradox fcheinende die Gaserzeugung durch einen Umweg aufserhalb der Punkte, wo der Kreis eigentlich gefchloffen wird, feyn könnte. Von einem ähnlichen Umwege haben wir aber fchon oben Beifpiele gehabt. Diefer Verfuch zeichnet fich übrigens dadurch aus, dafs die frei gegen über ftehenden Spitzen der Mitteldrähte

kein Gas gaben, während die oberhalb liegenden stumpfen Enden dieser Drähte sehr starke Gaserzeugung gewähren.

Der letzte Versuch, den ich noch schliesslich aus meinem Tagebuche ausheben will, giebt uns Gelegenheit, beinahe alle im Vorigen aufgestellte Sätze anzuwenden, und so ihre Wahrheit und ihren theoretischen Nutzen zu prüfen.

Von zwei parallel neben einander gestellten tubulirten Gasapparaten, (Fig. 6,) ist der eine (I) mit den Batteriedrähten *A*, (+*E*,) und *B*, (—*E*,) verbunden. Seine beiden Mitteldrähte *C* und *D* bleiben mit ihren gegen einander gekehrten Spitzen in gleichen Entfernungen vom Indifferenzpunkte *E*, und ihre herausragenden Enden biegen sich gegen den zweiten Apparat (II) zurück, und durch seine Tubulirungen *c* und *d* in denselben hinein, so dass sich ihre Endspitzen auch hier in gleichen Entfernungen vom Indifferenzpunkte *e* befinden. Bringt man überdies von *E* zu *e* einen dritten Mitteldraht an, der aber bloss in das Wasser der beiden Röhren hinein ragt, so wird dieser Draht *Ee* weder chemische noch electrische Erscheinungen geben, weil sich seine Spitzen in den Indifferenzregionen der beiden Wassersäulen befinden. Zieht man die Drahtenden *C* und *D*, oder *c* und *d*, oder auch die ganzen Drähte *CD* und *cd* gleich weit zurück, so bleibt an den Spitzen *E* und *e* alles todt, weil sie nach wie vor immerfort in der respectiven Indifferenzregion sind. Zieht man dagegen *D* und *c* zurück,

ſo daſs ſie in die Lage kommen, welche Fig. 7 darſtellt, ſo rückt im erſten Apparate (I) der Wirkungskreis des poſitiven Pols *A* vor, und macht *E* durch Vertheilung negativ. Eben ſo rückt im zweiten Apparate (II) die Atmoſphäre des negativen Pols *d* verhältniſsmäſsig vor, und macht *e* durch Vertheilung poſitiv. Auch giebt augenblicklich *E* Waſſerſtoffgas und *e* Oxyd, wenn man zu mehrerer Deutlichkeit *Ee* nicht von Platin genommen hat; wie es denn überhaupt bei dieſem Verſuche viel ſchicklicher iſt, alle Drähte von einem oxydirbaren Metalle, z. B. von legirtem Silber, zu nehmen, weil ſich nur alsdann alles recht deutlich ausnimmt. — Soll umgekehrt *E* Oxyd und *e* Gas geben, ſo braucht man nur *C* und *d* wieder vorzuſchieben, und *c* und *d* zurückzuziehen. Hierbei iſt zu bemerken, daſs der gehörig zurückgezogene Draht *C* oder *D* des erſten Apparats aufhört, die Phänomene der Polarität ſeiner Länge nach zu zeigen, und nur Gas oder nur Oxyd giebt, ſo daſs im erſten Apparate nicht mehr Gas und Oxyd gebende Punkte entſtehen, als vorher da waren, und *E* nun die Stelle desjenigen vertritt, der dem zurückgezogenen Drahte abgeht. In der zweiten Röhre haben wir aber den merkwürdigen Fall eines Gasapparats mit drei diſtincten gasgebenden Spitzen, wovon immer die zwei nächſten ungleichartig ſind.

Die zuletzt angeführte Thatſache ſcheint mir, ſo wie alle übrigen, eine weſentliche Cauſalverknüpfung der chemiſchen und electriſchen Erſcheinun-

gen vollkommen zu begründen. So mannigfaltig und zum Theil verwickelt die Combinationen waren, die ich vornahm, und von denen ich nur die einfachsten angeführt habe, so suchte ich doch in allen, (die zum 5ten Satze gehörigen etwa ausgenommen,) die chemische Wirkung nach der Aussage des Electrometers auf, bestimmte sie im voraus, und fand mich äusserst selten in meiner Erwartung betrogen. Die Reizversuche des Froschpräparats an den Mitteldrähten des tubulirten Gasapparats mit und ohne Batterie, bei Anwendung ganz homogener Platindrähte, werden mir künftig Gelegenheit geben, dieses ausführlicher aus einander zu setzen.

(Die Fortsetzung folgt.)

II.

Ueber die Bewegung des galvanischen Fluidums,

von

Biot
Prof. am Coll. de France, u. Associé des Nat. - Inst.

(Vorgelesen im National-Institute den 26sten Therm. J. 9, (14ten Aug. 1801.) *)

Mein Zweck bei diesem Aufsatze ist, zu beweisen, *dass die Verschiedenheit der Gesetze, nach welchen das galvanische Fluidum in den verschiednen Apparaten zu wirken scheint, eine Folge der Form dieser Apparate selbst ist, vermöge welcher die Geschwindigkeit jenes Fluidums beschleunigt oder verlangsamt wird.*

Die Versuche des Bürgers La Place in der *Ecole de Médecine* haben bewiesen:

*) Diesen im Originale noch ungedruckten Aufsatz voll interessanter Versuche und Ideen verdanke ich Herrn Prof. Pfaff, dem er vom Verfasser in der Handschrift mitgetheilt wurde. Dass Herr Pfaff selbst die Hauptversuche mit Biot in Paris wiederhohlt hat und ihre Richtigkeit bezeugt, (*Annalen*, IX, 263,) erhöht, bei der bekannten Sorgfalt und Genauigkeit unsers Landsmannes, den Werth dieser Abhandlung gewiss nicht wenig. *d. H.*

1. Dafs zwifchen den beiden Enden der Voltaifchen Säule *Anziehung* ftatt findet. — 2. Dafs an jedem Ende die Theilchen des Fluidums fich wechfelfeitig zurückftofsen. *) — Diefe beiden Thatfa-

*) Man findet diefe Verfuche im *Journal de Médecine, Chirurgie, Pharmacie etc. par* Corvifart, Leroux et Boyer, Tome 1, Paris, An 9, Nivofe, p. 351—358, unter der Ueberfchrift: *Expériences galvan. vérifiées jusqu'à préfent à l'Ecole de Médecine, au moyen de l'appareil imaginé par* Volta; *communiquées* par I. M. Hallé. Unter mehrern Gelehrten hat auch La Place dazu beigetragen, die dort erzählten Facta zu verificiren. Die Verfuche wurden mit Zink-Silber-Säulen bis auf 100 und mehr Lagen, und mit einem Becherapparate aus Zinkkupfer angeftellt, (der fich minder wirkfam zeigte,) und enthalten für uns nichts neues. Sie betreffen: die *Wafferzerfetzung;* die *Funken*, (die röthlichen Funkenbüfchel, welche noch aufser dem weifsen Lichtpunkte erfcheinen und einem Verbrennen gleichen, follen nur durch Eifendraht bewirkt werden, erfolgen, gleichviel ob man eine Zink- oder Silberfcheibe berührt, und oft entftehen zugleich Lichtfunken an mehrern Stellen der Säule;) die *Anziehung* und *Zurückftofsung*. (man nahm eine kleine Leidener Flafche in die Hand, fchlofs mit ihrem Knopfe und der andern Hand die Kette einige Minuten lang, und fand, dafs dann Coulomb's Electrometer, zuvor geladen, vom Kopfe fo angezogen oder abgeftofsen wurde, dafs der Hydrogenpol — *E*, der Oxygenpol + *E* der innern Belegung der Flafche mufste mitgetheilt haben;) und die *phyfiologifchen*

chen dienen meinen Unterſuchungen zur Grundlage.

Es iſt allgemein bekannt, daſs die *Spitzen* die Electricität leicht anziehn und ausſtrömen; eine Eigenſchaft, die ihnen in Rückſicht aller Fluida, deren Theilchen ſich wechſelſeitig zurückſtoſsen, gleichmäſsig zukommen muſs. Je ſtumpfer die Spitzen ſind, um ſo mehr nimmt dieſe ihre Kraft ab; woraus nach Analogie zu ſchlieſsen iſt, daſs *ebene Flächen*, welche gleichſam Elemente von groſsen Kugeln ſind, nur mit Schwierigkeit die Flüſſigkeit, womit ſie beladen ſind, von ſich geben, und zwar mit deſto gröſserer Schwierigkeit, je gröſser ſie ſind. Dieſe Eigenſchaft der ebenen Flächen zeigt ſich deutlich in dem Voltaiſchen Condenſator, deſſen Metalldeckel die Electricität an ſich hält, ſo lange er mit ſeiner Fläche auf der Marmorplatte ruht, ſich aber entladet, wenn er dieſe Platte mit ſeinem Rande berührt.

In einer Voltaiſchen Säule, deren beide Enden mit einander in Verbindung gebracht ſind, muſs daher die Bewegung des galvaniſchen Fluidums, welche ſie bewirkt, um ſo ſchneller ſeyn, je kleiner die Metallplatten ſind, und um ſo langſamer, eine je gröſsere Oberfläche dieſe Platten haben. Auf der andern Seite nimmt die abſolute Quantität des

Wirkungen, (Verſtärkung des Schlages durch dicke Metallröhren und durch Iſolirung, auch einer ganzen Kette von Menſchen.) *d. H.*

Fluidums, welche ſich in einer gegebenen Zeit in der Säule unter übrigens gleichen Umſtänden bildet, mit der Gröſse der Metallplatten ab. Hat man daher zwei Säulen von gleich viel Lagen, die eine mit *groſsen*, die andere mit *kleinen* Platten, ſo wird in einerlei Zeit die *erſtere* eine gröſsere Maſſe von Flüſſigkeit, welche aber eine geringere Geſchwindigkeit beſitzt, die *zweite* dagegen eine geringere, aber von einer gröſsern Geſchwindigkeit belebte Maſſe galvaniſcher Flüſſigkeit geben. Wir wollen nun unterſuchen, was für einen Einfluſs dieſe doppelte Verſchiedenheit auf die Wirkungen beider Apparate haben muſs.

1. Die *Erſchütterungen* hängen weit weniger von der Maſſe der Flüſſigkeit, als von ihrer Geſchwindigkeit ab, wie dieſes der Verſuch mit der Leidener Flaſche beweiſet. Man verliert daher bei Vergröſserung der Metallplatten durch die verminderte Geſchwindigkeit der Flüſſigkeit in dieſer Rückſicht mehr, als man durch Vermehrung ihrer Maſſe gewinnt, weshalb die Erſchütterungen abnehmen müſſen, indem die Oberfläche der Metallplatten zunimmt. Doch nehmen die Erſchütterungen nicht umgekehrt mit Verminderung der Oberfläche bis ins Unendliche zu, weil zugleich mit den Oberflächen auch die abſolute Quantität des Fluidums, und damit die Intenſität der Erſchütterung abnimmt. Deshalb wird eine aus kleinen Platten zuſammengeſetzte Säule einen, um mich ſo auszudrücken, durchdringendern, aber weniger heftigen Schlag,

(*coup plus sec, mais moins intense,*) als eine aus größern Platten zusammengesetzte Säule geben.

Die Resultate dieser theoretischen Schlüsse werden durch die Erfahrung bestätigt. Die 8 grossen Platten des Bürgers Hachette, deren sich Fourcroy bei seinen Versuchen, (*Annalen*, VIII, 370,) bediente, geben bereits eine schwächere Erschütterung, als eine gleiche Anzahl gewöhnlicher Metallplatten von der Grösse eines französischen Thalers. — Eine Säule, zusammengesetzt aus 12 kreisförmigen Platten von Zink und eben so vielen von Kupfer, 0,4 Mètres oder etwas über 14 französische Zolle im Durchmesser, erregt kaum einige Erschütterung in den befeuchteten Fingerspitzen; der Geschmack ist nur schwach, und der galvanische Blitz unmerklich. Eine einzige von diesen Platten hat eben so viel Oberfläche, als 80 gewöhnliche Platten. Der Bürger Roard, ehemaliger Zögling der *Ecole polytechnique* und Professor der Physik an der Centralschule des Departements der Oise, hat mir diesen Apparat besorgt, und an mehrern Versuchen, die ich damit anstellte, Theil genommen.

Eine Säule aus 50 Centimen, (eine kleine Kupfermünze, etwa von der Grösse eines preussischen Groschens,) und 50 Zinkplatten von derselben Grösse, giebt eine heftige Erschütterung, gleich einem durchdringenden Schlage, und starke Blitze, von einem lebhaften Geschmacke begleitet. Diese 50 kleinen Platten haben indess keine grössere Oberfläche, als 8 gewöhnliche Platten, und machen alle

zusammengenommen nicht mehr als den zehnten Theil einer der grossen oben erwähnten Platten aus. — Entladet man diese kleine Säule durch grosse Conductoren binnen einigen Sekunden mehrere Mahl, so ist sie im nachfolgenden Augenblicke ganz unwirksam; welches hinlänglich beweiset, dass in diesem Falle die absolute Quantität des Fluidums sehr geringe, die Geschwindigkeit desselben aber sehr gross ist. Dieser kleine Apparat hat mir noch mehrere merkwürdige Erscheinungen gezeigt, auf welche ich unten zurückkommen werde, indess ich hier in der Betrachtung der Modificationen fortfahre, welche die verschiednen Verhältnisse der Masse und Geschwindigkeit des Fluidums in den galvanischen Erscheinungen hervorbringen.

2. Da der *galvanische Geschmack* und *Blitz* demselben Gesetze wie die Erschütterungen folgen, so müssen auch sie vorzüglich von der Geschwindigkeit des Fluidums abhängen, wie das auch die vorigen Versuche zeigen.

3. Nicht so verhält es sich mit den *Funken* und mit dem *Verbrennen der Metalle*. Diese Erscheinungen, in welchen das Fluidum durch seine Masse und die Stetigkeit seiner Gegenwart wirkt, müssen ganz besonders durch die grossen Platten begünstigt werden. Dieses bestätigt die Erfahrung auf das beste; der grosse Apparat bewirkt nicht bloss das Verbrennen des Eisens im Sauerstoffgas, sondern er verbrennt es auch auf eine ununterbrochene

Weiſe in der atmoſphäriſchen Luft. *) — Der kleine aus 50 Centimen zuſammengeſetzte Apparat bringt einen ziemlich lebhaften und glänzenden Funken hervor, der aber nichts ähnliches erzeugt.

4. Die *Anziehungen* hängen ebenfalls von der Maſſe des Fluidums ab; ſie ſind auch in der That viel merklicher mit groſsen Platten. Wenn man beim groſsen Apparate die beiden Batteriedrähte zur gegenſeitigen Berührung bringt, ſo hängen ſie ſtark an einander, wenn auch ihre Elaſticität dieſem entgegen wirkt. Ja, die Adhärenz iſt ſo ſtark, daſs man die Drähte erſchüttern, ſelbſt kleine Gewichte anhängen kann, ohne daſs ſie ſich von einander trennen. Dieſe Wirkungen gelingen bei wechſelſeitiger Berührung der Spitzen der Drähte beſſer, als auf irgend eine andere Art; auch taugen dazu alle Metalle, vorausgeſetzt, daſs ſie nicht oxydirt ſind. Während einer ſolchen Adhärenz der Enddrähte des Apparats hört jede andere galvaniſche Erſcheinung auf. Auch laſſen ſich nicht zu gleicher Zeit zwei andere Drähte an einander zum Adhäriren bringen, und wenn man die erſtern von einander trennt, ſo braucht der Apparat, im Falle es dicke Drähte waren, einige Zeit, um jene Eigenſchaft wieder zu erlangen. Dieſelben Drähte bleiben mehrere Stunden, und wahrſcheinlich während der ganzen Zeit der Wirkung der Säule, an

*) Man vergleiche Simon's Verſuche, *Annalen*, IX, 393. *d. H.*

einander hängen. — Man kann auch das Anhängen zweier metallischer Platten an einander bewirken, wenn man sie mit ihren Schärfen einander nähert; aber nicht, wenn man ihre Flächen mit einander in Berührung bringt.

Die Metalle, mit welchen ich Versuche angestellt habe, beobachten in Rücksicht auf ihre Tauglichkeit, diese Adhäsion hervorzubringen, folgende Ordnung: *Eisen*, *Zinn*, *Kupfer*, *Silber*, welches die umgekehrte Ordnung ihrer Leitungsfähigkeit ist. — Dieses vollendet den Beweis, dafs Spitzen das Vermögen haben, das galvanische Fluidum auszuströmen, und Platten das Vermögen, es zurückzuhalten; denn natürlich mufs in diesem Falle die Adhärenz der communicirenden Drähte, wenn man ihre Seiten einander nähert, um so leichter erfolgen, mit je weniger Leichtigkeit das Fluidum aus ihren Spitzen entweicht.

5. Ich hatte mehrmahls Gelegenheit gehabt, zu bemerken, dafs in den aus kleinen Platten zusammengesetzten Säulen *die Oxydation* viel geschwinder als mit gewöhnlichen Platten vor sich geht. Dieses liefs mich vermuthen, dafs die Geschwindigkeit des Fluidums Einflufs auf die Oxydation haben möchte. Um mich davon zu überzeugen, stellte ich folgenden Versuch an.

Ich setzte unter eine cylindrische Glasglocke, auf ein an eine pneumatische Wanne befestigtes Fufsgestell, eine aus 39 Zink- und eben so vielen Kupferplatten von der Gröfse eines französischen Tha-

lers zusammengesetzte Säule, ohne ihre beiden Enden mit einander in Verbindung zu bringen, und beobachtete, daſs das Waſſer in dem Apparate um 0,02 Mètres innerhalb $5\frac{1}{4}$ Stunde anſtieg.

Ich nahm die nämlichen Platten, nachdem ich ſie gereinigt hatte, brachte die nämlichen Stücke Tuch mit neuer Auflöſung befeuchtet mit ihnen in Verbindung, errichtete die Säule auf die nämliche Art wie das erſte Mahl, und verſetzte ſie in dieſelben Umſtände, nur daſs ich diesmahl beide Enden mit einander in leitende Verbindung brachte. Das Waſſer erhob ſich nun um 0,02 Mètres binnen $1\frac{1}{2}$ Stunden. — Auch fernerhin war das Aufſteigen des Waſſers bei geſchloſsner Kette weit beträchtlicher, als bei unterbrochner Communication der Enden. Die Oxydationen folgten demſelben Geſetze.

Ich wiederhohlte dieſen Verſuch mit zwei Säulen, deren jede aus 22 kleinen Zinkplatten und 22 Centimen zuſammengeſetzt war, brachte beide zugleich unter ähnliche Glocken auf derſelben pneumatiſchen Wanne, und erhielt die nämlichen Reſultate wie in dem vorigen Falle. Die Säule mit geſchloſsner Kette brachte das Waſſer in $7\frac{1}{4}$ Stunde zu derſelben Höhe, wie die andern in 11 Stunden, und daſſelbe Verhältniſs beobachteten beide Säulen während der ganzen Dauer des Verſuchs. Am Ende von 15 Stunden war das Waſſer um 0,045 Mètres in der erſten, und nur um 0,015 Mètres in der andern geſtiegen, und als endlich die Abſor-

ption

ption aufhörte, betrug sie 0,065 in der ersten, und 0,035 in der zweiten.

Als ich die beiden Säulen aus einander nahm und ihre Platten mit einander verglich, bemerkte ich eine ohne Vergleich stärkere Oxydation in der Säule mit geschlossner Kette. Hieraus folgt, dass die Circulation der Flüssigkeit in dem Apparate die Oxydation der metallischen Platten, so wie das Verschlucken des Sauerstoffs vermehrt.

Es ist hier der schickliche Ort, von einer Erscheinung zu reden, welche der Bürger Friedrich Cuvier und ich in unsern Versuchen über *das Verschlucken des Sauerstoffs durch die galvanische Säule* bereits bemerkt hatten. Wenn man die Säule auf folgende Art errichtet: Zink, Wasser, Kupfer, Zink, Wasser, Kupfer u. s. f., und sie unter eine Glocke setzt, um die Erneuerung der atmosphärischen Luft zu verhindern, so wirkt sie gleichsam auf sich selbst zurück, und man sieht auf eine constante Weise den Zink auf das Kupfer, das Kupfer auf den Zink, und sofort von unten nach oben in der ganzen Länge der Säule sich versetzen. Das Umgekehrte findet statt, wenn man die Säule auf eine umgekehrte Art erbauet. Der Zink ist genöthigt, um sich auf das Kupfer abzusetzen, durch das feuchte Stück Tuch, das beide von einander trennt, hindurchzugehn. In Säulen, deren Kette nicht geschlossen ist, hat dieser Durchgang nicht statt; die Oberfläche des Kupfers ist glatt, und die ihm entgegengesetzte Oberfläche des Zinks mit kleinen

ſchwarzen Fäden, nach der Richtung der Fäden des Tuchs bedeckt. Wenn die Schlieſsung einige Zeit lang ſtatt gefunden hat, ſo fangen einige Partikelchen des Oxyds an überzugehen, und ſetzen ſich auf das Kupfer ab, und iſt die Wirkung der Säule ſtark, ſo wird die Oberfläche des Kupfers zuletzt ganz davon bedeckt. Alsdann hört die Wirkung auf, und dieſer Uebergang trägt durch die Erneuerung der Oberfläche des Zinks dazu bei, die Wirkung des Apparats zu verlängern. Bisweilen ſtellt ſich das Zinkoxyd, nachdem es durch das Stück Tuch durchgedrungen iſt, auf dem Kupfer wieder in metalliſcher Geſtalt her. — Das Verſetzen des Kupfers auf den Zink geſchieht immer auf den Flächen, mit welchen ſie ſich unmittelbar berühren. Alsdann behält das Kupfer, wenn es dem Zink adhärirt, allezeit ſeine metalliſche Geſtalt; bisweilen bildet ſich Meſſing. Nie habe ich dieſe Reductionen in Säulen, deren Kette nicht geſchloſſen war, bewirkt. Wenn ſie gelingen ſollen, müſſen die Tuchplatten nicht zu dick, auch nicht von einem zu dichten Gewebe ſeyn.

Dieſe Erſcheinungen ſcheinen zu beweiſen, daſs, wenn die Säule auf folgende Art aufgebauet iſt: Zink, Waſſer, Kupfer; Zink, Waſſer, Kupfer etc., der Strom des Fluidums in der Säule von unten nach oben geht; dagegen von oben nach unten, bei folgendem Baue: Kupfer, Waſſer, Zink; Kupfer, Waſſer, Zink u.ſ.w. Und dieſes ſtimmt mit Volta's Verſuchen überein.

Dieſes betraf die Bewegung des Fluidums im Innern des Apparats. *Wie dieſe Bewegung modificirt wird, wenn das Waſſer ihr zum Leiter dient,* iſt der Gegenſtand der folgenden Verſuche.

In Fig. 1, Taf. II, ſtellen *A*, *B*, *A'* drei mit deſtillirtem Waſſer gefüllte Gläſer, und *S*, *S'* heberförmige Glasröhren vor, welche das Waſſer dieſer Gläſer in leitende Verbindung ſetzen. Man vergewiſſert ſich, daſs dieſe Heber voll ſind, dadurch, daſs, wenn man Waſſer in eins der Gläſer gieſst, es in den beiden andern ſteigt. *PN* iſt eine Säule auf folgende Art aufgebauet: Zink, Waſſer, Kupfer u. ſ. w.; *P* ihr poſitives, *N* ihr negatives Ende, und *F*, *F* ſind Eiſendrähte, welche ſie mit den Waſſergläſern *A*, *A'* in leitende Verbindung ſetzen. An ihren Enden ſind dieſe Drähte mit Kupferplatten verſehen, die 0,14 Mètres oder 6 Zoll im Durchmeſſer haben. Ich bediente mich bei dieſem Verſuche zuerſt einer Säule von 68 gewöhnlichen Zink- und Kupferplatten, deren Tuchſcheiben mit einer ſtarken Auflöſung von Alaun durchdrungen waren. Die Entfernung der Platten in *A*, *A'* betrug ein Mètre, (3 Fuſs 11 Linien.)

Man erhielt die Erſchütterung, 1. wenn man die eine Hand an *N* brachte, und die andere Hand in *A* tauchte; 2. wenn man die eine Hand auf *P* aufſetzte, und die andere Hand in *A'* eintauchte, die andere Platte mochte im erſten Falle in das Gefäſs *A'*, im zweiten in *A* eingetaucht ſeyn oder nicht.

Man verſpürte keine Wirkung, 1. wenn man die Platte *A'* in die eine Hand nahm, und die andere Hand in das Gefäſs *A'* oder in das Gefäſs *B* tauchte, während die andere Platte in das Gefäſs *A* eingetaucht war; 2. wenn man die Platte *A* in die eine Hand nahm und die andere Hand in das Gefäſs *A* oder in das Gefäſs *B* tauchte, während die andere Platte in das Gefäſs *A'* eingetaucht war.

Man verſpürte Erſchütterung, Geſchmack und Blitz, 1. wenn man die eine Hand an *N* brachte und die Zunge in das Waſſer des Gefäſses *A* tauchte, die andere Platte mochte in das Gefäſs *A'* eingetaucht ſeyn oder nicht; 2. wenn man die eine Hand auf *P* aufſetzte und die Zunge in das Waſſer des Gefäſses *A'* tauchte, die andere Platte mochte in *A* eingetaucht ſeyn oder nicht.

Man verſpürte keine Wirkung, 1. wenn man eine Hand mit *N* oder *P* in Berührung brachte und die Zunge in das Waſſer des Gefäſses *B* eintauchte, die beiden Platten mochten in die Gefäſse *A* und *A'* zu gleicher Zeit eingetaucht ſeyn oder nicht; 2. wenn man eine Hand an *N* brachte und durch Saugen das Waſſer des Gefäſses *A* in den Mund brachte, die andere Platte mochte in das Gefäſs *A'* eingetaucht ſeyn oder nicht; 3. wenn man eine Hand auf *P* aufſetzte und auf dieſelbe Art das Waſſer des Gefäſses *A'* erhob, die andere Platte mochte in *A* eingetaucht ſeyn oder nicht.

Diese Erscheinungen sind ganz dieselben, wie wenn man zwischen die Leiter *A* und *A'* einen isolirenden Körper gebracht hätte.

Der Apparat blieb 24 Stunden lang aufgerichtet und gab beständig die nämlichen Erscheinungen. Es entwickelten sich weder von der einen noch von der andern Platte Luftbläschen, und beide zeigten auch nicht die geringste Spur von Oxydation. Beim Auseinandernehmen, wo die Säule noch Erschütterungen gab, hatten die Platten dasselbe Ansehen wie in einer Säule mit geschlossner Kette, die Zinkscheiben waren mit schwarzen Fäden bedeckt, welche nicht durch die Tuchplatten hindurch gekonnt hatten, um sich auf das Kupfer abzusetzen, ungeachtet die Tuchstücke ganz dazu geschickt waren, da sie den Durchgang schon in andern Versuchen mehrmahls verstattet hatten und vor diesem Versuche gehörig gewaschen worden waren. — Folglich musste das zwischen den Batteriedrähten befindliche Wasser der Bewegung des galvanischen Fluidums widerstehn, und wenn dieser Widerstand zu groſs ist, als daſs ihn das Fluidum überwinden kann, so wird die Wirkung nicht übergetragen, und die Kette ist in der That nicht geschlossen.

Ich wiederhohlte diesen Versuch, indem ich die Platten in *A* und *A'* nicht weiter als um 0,6 Mètres von einander entfernte und die Tuchplatten mit einer starken Auflösung von Kochsalz befeuchtete. Die Erschütterungen und die Blitze, welche sich in groſser Energie zeigten, hörten hier gleichfalls auf.

als ich die Gläſer durch die Waſſerröhren in leitende Verbindung brachte. Wenn ich aber das Waſſer durch Saugen in eine Glasröhre aufſteigen machte, und die Spitze der Zunge einige Zeit lang mit der kleinen Waſſerſäule, welche ſich darin befand, in Berührung erhielt, ſo empfand ich den galvaniſchen Geſchmack ſehr merklich, und zwar bei einer kürzern Röhre ſtechender; doch verurſachte er weder Blitze noch die geringſte Erſchütterung. Wenn man die Platte *A'* in die Hand nahm, und nach der Reihe die Glasröhre in die Gefäſse *A*, *B*, *A'* brachte, ſo empfand man in dem erſten einen ſehr merklichen, in dem zweiten einen nur ſehr geringen, und in dem dritten keinen oder beinahe gar keinen Geſchmack. Dieſe Reſultate beweiſen, *daſs das Waſſer in ſich ſelbſt ein unvollkommner Leiter des galvaniſchen Fluidums iſt.*

Was ich hier geſagt habe, bewirkt *keinen Unterſchied zwiſchen der Electricität und dem Galvanismus;* vielmehr lieſse ſich daraus eine neue Analogie zwiſchen beiden ableiten. Zwar würde, (wie ich mich ſelbſt durch Verſuche davon überzeugt habe,) unter denſelben Umſtänden eine von der Leidener Flaſche erzeugte Erſchütterung durch das Waſſer, obſchon mit verminderter Intenſität, fortgeleitet worden ſeyn; allein bei der unvermeidlichen Dicke des Glaſes wird die Anhäufung einer ziemlich groſsen Quantität electriſcher Flüſſigkeit erfordert, ehe eine Entladung erfolgen kann. Wäre nun der Galvanismus, wie es immer wahrſchein-

licher wird, die Wirkung einer ſehr ſchwachen, mit einer ſehr groſsen Geſchwindigkeit begabten Electricität, ſo würde in dem Obigen kein Widerſpruch liegen, da für ſie das Waſſer ein ſehr unvollkommner Leiter ſeyn müſste.

Es verdient beſonders bemerkt zu werden, daſs in dieſen Verſuchen das galvaniſche Fluidum ſich durch die Maſſe des Waſſers ſelbſt fortzupflanzen gezwungen war. Anders hätte ſich die Sache verhalten, wenn man durch Hülfe eines offnen Gefäſses die Communication bewirkt hätte. Das galvaniſche Fluidum, welches dann die Freiheit gehabt hätte, an der *Oberfläche* des Waſſers hinzugleiten, würde ſich auf eine viel gröſsere Entfernung fortgepflanzt haben. Ich habe den Beweis davon auf eine ſehr einfache Art in einem Verſuche erhalten, wo ich die Communication mittelſt einer einen Mètre langen und mit Waſſer gefüllten Wanne gemacht hatte, in welche ſich die Batteriedrähte mit Platten von Kupfer, 0,14 Mètres, (6 Zoll,) im Durchmeſſer, in einer Entfernung von 0,6 Mètres von einander endigten. Wenn man eine dieſer Platten mit der Hand hielt und das Waſſer der Wanne mit der andern Hand oder mit der Zunge berührte, ſo verſpürte man im Augenblicke die Erſchütterung, den Geſchmack und das Licht; wenn man aber das Waſſer durch Saugen in eine Glasröhre in die Höhe zog, ſo verſpürte man im Augenblicke, da das Waſſer die Zunge berührte, keine Wirkung. Vielleicht würde man, bei fortdauern-

der Berührung am Ende den Geſchmack empfunden haben, was ich aber damahls nicht verſuchte.

Bei Wiederhohlung dieſes Verſuchs überzeugte ich mich, daſs die Wirkungen einer ſehr ſtarken Säule, welche auf der Oberfläche des Waſſers weiter als in der Entfernung eines halben Mètre, ohne etwas von ihrer Energie verloren zu haben, empfunden wurden, ſich auf einen bloſsen Geſchmack reducirten, wenn man ſie durch eine kleine Waſſerſäule von 2 oder 3 Centimètres fortleitete, welche möglichſt nahe an dem in das Waſſer eingetauchten Batteriedrahte in die Höhe geſogen war.

Dieſe Eigenſchaft des galvaniſchen Fluidums, *mit Leichtigkeit auf der Oberfläche des Waſſers hinzugleiten*, giebt ihm eine neue Analogie mit der Electricität. — Man kann daraus die Schwierigkeit erklären, mit welcher, den Verſuchen des Bürgers Hallé in der *Ecole de médecine* zufolge, das galvaniſche Fluidum ſich auf metalliſchen Leitern fortbewegte; eine Schwierigkeit, welche zu verſchwinden ſcheint, wenn man den Gang deſſelben beſchleunigt, indem man es, ſo zu ſagen, mit den befeuchteten Fingern fortleitet. Das galvaniſche Fluidum gleitet mit groſser Geſchwindigkeit auf der feuchten Spur hin, welche die Finger auf den Conductoren gelaſſen haben, ſtatt daſs es ſonſt durch eine Menge Umſtände hätte aufgehalten, oder wenigſtens in ſeiner Bewegung verlangſamt werden können, wie z. B. durch den Uebergang von einem Conductor zum andern, durch abge-

rundete Flächen, oder durch die Oxydation einiger Stellen auf feinem Wege; Hinderniffe, welche einer gröfsern Maffe von Flüffigkeit nicht widerftehen, und welche z. B. den gewöhnlichen Quantitäten Electricität, welche wir erregen können, weichen würden.

Diefe Thatfache, welche als eine fehr wichtige Verfchiedenheit zwifchen dem Galvanismus und der Electricität hätte betrachtet werden können, vermehrt durch die Zurückbringung auf eine folche Urfache ihre Analogien.

Die Eigenfchaft, welche das galvanifche Fluidum hat, mit grofser Schnelligkeit auf der freien Oberfläche des Waffers hinzugleiten, erklärt auch noch die Vermehrung der galvanifchen Wirkung, welche befeuchtete Conductoren hervorbringen, wenn man fie mit Gewalt drückt, um ihre Berührung mit einer gröfsern Menge von Punkten zu bewirken. Das Fluidum, welches fich frei auf der feuchten Oberfläche, welche ihm die Conductoren darbieten, ausbreiten kann, ftrömt in grofser Menge und mit grofser Gefchwindigkeit über; diefe Einrichtung mufs alfo nothwendig die Wirkungen feiner Action auf uns vermehren, und zwar um fo mehr, je gröfser die Oberfläche der Conductoren ift.

Was ich in diefer Abhandlung zu beweifen gefucht habe, ift:

1. Dafs die Gefetze der Bewegung des galvanifchen Fluidums aus der Repulfivkraft feiner Theil-

chen entſpringen, und daſs aus dieſem Geſichtspunkte jene Geſetze die nämlichen wie die der Electricität ſind.

2. Daſs die Verſchiedenheit der Erſcheinungen in den mannigfaltigen Apparaten zur Haupturſache die verſchiednen Verhältniſſe haben, in welchen Quantität oder Maſſe des Fluidums und Geſchwindigkeit deſſelben ſich darin combinirt finden.

3. Daſs dieſes Fluidum, welches ſich mit Schwierigkeit durch das Waſſer hindurch bewegt, mit einer groſsen Leichtigkeit über die Oberfläche dieſer Flüſſigkeit hingleitet.

Ich bemerke noch ſchlieſslich, daſs die chemiſchen Erſcheinungen, welche vom Galvanismus abhängen, nicht als weſentlich denſelben von der Electricität unterſcheidend betrachtet werden können, weil ſich das galvaniſche Fluidum in unſern Apparaten nie anders als mit einer groſsen Geſchwindigkeit und einer geringen Maſſe zeigt, während die Electricität, wenn wir ſie durch unſre Batterien in Bewegung ſetzen, zugleich in groſser Maſſe und in groſser Geſchwindigkeit erſcheint. Da nun im Galvanismus ſelbſt die verſchiednen Verhältniſſe der Geſchwindigkeit und Maſſe zu ſo auffallenden Verſchiedenheiten Veranlaſſung geben; wie viel gröſser muſs nicht die Verſchiedenheit ſeyn, welche zwiſchen der durch unſre Maſchinen hervorgebrachten Electricität und der ſehr ſchwachen, mit einer ſehr groſsen Geſchwindigkeit begabten Electricität der galvaniſchen Apparate obwaltet!

III.

Ueber die chemische und electrische Wirkungsweite des Galvanismus in der Voltaischen Säule,

von

GOTTFRIED HUTH,
Prof. der Math. und Phys. zu Frankf. an d. Oder.

Vorrichtung: Es wurde eine Säule von 100 Schichten gebauet; jede bestand aus einem neuen preussischen Viergroschenstücke, einer Zinkplatte und einer mit schwachem Salzwasser getränkten Tuchscheibe. — Zugleich versah ich zwei 21″ lange und 1″ weite Glasröhren mit Korkstöpseln, füllte sie mit reinem Brunnenwasser, und steckte durch die Stöpsel glatte Messingdrähte, so dass sie 2 Zoll weit in das Wasser der Röhre hineinreichten. Auf dieselbe Art wurden noch 9 Glasröhren vorgerichtet, deren jede 44″ lang und ½″ weit war.

Versuch 1, Die beiden 21 Zoll langen Röhren wurden horizontal auf einen Tisch gelegt und mit den Ketten der Säule verbunden, die eine mit der des Zinkendes, die andere mit der des Silberendes. Ihre zweiten Drähte wurden durch einen messingenen Zwischenhaken in leitende Verbindung gesetzt.

Sogleich nach der Verbindung erfolgte lebhafte Gaserzeugung in beiden Röhren, und zwar in der des Silberendes an dem Drahte, der unmittelbar

an der Kette des Silberendes hing, und in der des Zinkendes an dem Drahte, der mit der Röhre des Silberendes communicirte. Eben ſogleich auch wurden die beiden andern Drähte, (der, welcher in der zinkendigen Röhre an der Kette der Zinkſeite hing, und der, welcher an der ſilberendigen Röhre mit dem gasentwickelnden Drahte der Röhre des Zinkendes communicirte,) an den Spitzen, und ſehr bald in ihrer ganzen Länge, ſo weit ſie ſich in dem Waſſer befanden, ſchwarz. — In jeder der Röhren waren die Spitzen der eingeſteckten Drähte 16 Zoll weit von einander entfernt.

Verſuch 2. Die beiden vorigen 21zölligen Röhren blieben an den Ketten der Säule hängen, wurden aber mit den andern Enden von einander losgehakt, und an die Drähte einer zwiſchengelegten 44zölligen Röhre eingehakt. — Sogleich nach der Verbindung dieſer drei Röhren erfolgte Gaserzeugung und Oxydirung in jeder Röhre, doch mit minderer Lebhaftigkeit.

Verſuch 3. Es wurden noch zwei, zuſammen alſo drei, 44zöllige Röhren zwiſchen die 22zölligen Endröhren gelegt und zuſammengehakt. — Sogleich nach Schlieſsung dieſer ſo zubereiteten Kette, erfolgte in den neuen Zwiſchenröhren eine ſchwache Oxydirung, die aber bald nach und nach ſtärker wurde. Auch ſah man an der zunehmenden Schwärze, der bei den vorigen Verſuchen ſchon oxydirten Drähte, in den dabei

ſchon angewandten Röhren, die an ihnen wirkſame Oxydirung, ſo wie dann auch in der Stelle aller oxydirten Drähte das Kalkwölkchen ſichtbar zunahm. Aber die bei den vorigen Verſuchen ſichtbar ſtrömende Gaserzeugung war nicht wahrzunehmen; indeſſen erſchienen an den Drähten, wo ſie erfolgen ſollte, Gruppen kleiner Bläschen, und die Drähte behielten ihren Glanz.

Verſuch 4. Es wurden nun noch ſechs 44zöllige Zwiſchenröhren gehörig eingehakt, ſo daſs jetzt die galvaniſche Verbindungskette aus zwei 21zölligen Endröhren und neun 44zölligen Zwiſchenröhren beſtand. — Gleich nach Schlieſsung der Kette war in keiner der Röhren eine galvaniſche Wirkung zu bemerken. Aber nach Verlauf einer halben Stunde zeigte ſich an den einen Drähten der neuen Zwiſchenröhren der Anfang von Oxydirung, die dann ſichtbar nach und nach zunahm. Dieſe Oxydirung war in den den Enden näher liegenden Röhren ſtärker, als in den mittlern. In der mittelſten ward nur die Spitze des Drahts erſt nach einigen Stunden ſichtbar ſchwarz und nur ein kleines Kalkwölkchen in dem angrenzenden Waſſer bemerkbar.

Es erhellet aus dieſen Verſuchen:

1. Daſs, je näher am Ende der Voltaiſchen Säule die Gaserzeugung und Oxydirung im Waſſer vor ſich gehn, ſie deſto lebhafter erfolgen.

2. Daſs in den mittelſten Röhren einer aus mehrern mit Waſſer gefüllten Röhren beſtehenden Ver-

bindungskette, fowohl die Gaserzeugung als die Oxydirung am fchwächften ift.

3. Dafs in einer langen, aus mehrern, mit Waffer gefüllten Röhren beftehenden Verbindungskette, in den mittlern Röhren zwar Oxydirung, aber keine Gaserzeugung bemerkbar wird.

4. Dafs fich die chemifche Wirkung einer hundertfchichtigen Silber - Zink - und Salzwaffer - Säule durch zwei 16 Zoll lange und neun 39 Zoll lange unterbrochene, aber mittelft Meffingdrahts mit einander verbundene Wafferfäulen erftreckt. Rechne ich, die Längen der Ketten der Säule, der Drähte in den Röhren und der Zwifchenhaken hinzu, fo ift bei dem vierten Verfuche die ganze Länge der aus Waffer und Meffingdraht abwechfelnd zufammengefetzten Verbindungskette an 460 Zoll, (Parifer,) lang gewefen, und es wirkte in ihr jedes Ende der Säule auf eine Länge von 430 Zollen.

Verfuch 5. Es wurde die Verbindungskette des vierten Verfuchs auf mancherlei Weife durch Wegnehmung der Zwifchenhaken getrennt, und an die Enden der Trennung ein fehr empfindliches *Goldblättchen - Electrometer*, deffen Goldblättchen 1 Zoll lang und $\frac{1}{8}$ Zoll breit find, angehalten.

Die Goldblättchen wurden aller Orten von einander abgeftofsen; auf gröfsere Weiten, wenn das Ende der getrennten Kette, der Säule näher war; auf geringere Weiten, im Gegentheile. In der Mitte der aus neun 44zölligen und zwei 21zölligen Röh-

ren bestehenden Kette, an den Enden der fünften längern Röhre, wurden die Goldblättchen noch zwischen $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{50}$ Zoll von einander abgestoſsen.

Ueberhaupt habe ich bei allen meinen Versuchen wahrgenommen, daſs, je stärker und lebhafter die chemischen Wirkungen der Säule waren, desto weiter auch die Goldblättchen in dem Electrometer von einander abgestoſsen wurden, und ich bediene mich des Electrometers als eines sichern Galvanismometers. *) Sobald mir bei nachlassender Wirkung der Säule das Electrometer wieder mehr Stärke anzeigt, finde ich auch sogleich die Zuckungen, die Gaserzeugung und die Oxydirung stärker. Aber ich habe durch Erfahrung gelernt, daſs, wenn das Electrometer mich nicht betrügen soll, nothwendig ist, daſs die Ketten der Säule bei allen Versuchen immer recht straff angespannt gehalten werden. Auch müssen die Gelenke der Ketten da, wo sie sich berühren, recht glatt, und nicht oxydirt seyn. Weil man auf diese kleinen Erfordernisse nicht immer genau gesehen hat, so mag es daher gekommen seyn, daſs einige Experimentatoren bemerkt haben wollen, daſs nicht immer die chemischen Wirkungen der Säule mit den electrischen correspondirend gewesen sind.

*) Galvanismometer sollte man sagen, und nicht Galvanometer, da dieses Werkzeug ja nicht die Stärke der Galvanis, sondern des Galvanismus, anzeigen soll. H.

Verſuch 6. Die Drahtkette einer achtzigſchichtigen Silber- Zink- und Salzwaſſer-Säule wurden von jedem Ende her 16, (Pariſer,) Fuſs lang gemacht, und eine mit Waſſer gefüllte zugeſtöpſelte Röhre, in der die Spitzen der eingeſteckten Meſſingdrähte 2 Zoll von einander ſtanden, zwiſchengehakt. — In dem Augenblicke des Einhakens erfolgte in dem Waſſer der Röhre ſehr lebhaft ſtrömende Gaserzeugung und Oxydirung. — Auch als ſtatt jener kurzen, eine längere Glasröhre, in der die Spitzen der Drähte 18 Zoll weit von einander entfernt waren, eingehakt wurde, erfolgte im Augenblicke des Einhakens das Nämliche.

Verſuch 7. a. Jede der Ketten der Säule wurde 24 Fuſs lang gemacht, und die Röhren mit 18 Zoll Abſtand der Drähte eingehakt. — Sogleich Oxydirung, aber keine Gaserzeugung; nach 2 Minuten an der Spitze des Drahts Gaserzeugung in viel Blaſen langſam ſtrömend.

b. Statt der Röhre mit 18 Zoll Abſtand der Drähte wurden 2 Röhren, jede mit 40 Zoll Abſtand der Drähte, zwiſchengehakt. — Im Anfange erfolgte keine Veränderung; aber nach 2 Minuten Oxydirung, nach 5 Minuten auch mäſsige Gaserzeugung.

c. Hierauf wurde zwiſchen jene beiden langen Röhren noch die vorige kürzere eingehakt. — Es erfolgte 3 Minuten nach Schlieſsung der Kette langſames feines Luftblaſen-Strömen in der mittelſten kürzern Röhre, in den längern Röhren nichts: aber nach 10 Minuten wurden die gaserzeugenden Dräh-

te

te auch in diesen mit feinen Bläschen überzogen. Oxydirung wurde in allen drei Röhren bemerkt.

Nachdem die Säule schon 20 Stunden lang aufgebauet und wirksam gestanden hatte, wurden die Goldblättchen des Electrometers an dem Ende jeder der beiden 24 Fuſs langen Säulenketten noch $\frac{1}{3}$ Linie abgestoſsen. — Die jetzt eingehakte Röhre mit 2 Zoll Abstand der Drahtspitzen zeigte lebhafte Gaserzeugung und Oxydirung, sogleich nach dem Einhaken.

Es erhellet aus diesen Versuchen: daſs die chemischen und electrischen Wirkungen der Voltaischen Säule von 80 Schichten, von jedem Ende aus sich durch mehr als 24 Fuſs langen Messingdraht erstrecken.

Frankfurt im September 1801.

IV.

RESULTATE

aus meinen Verſuchen mit der zuſammengeſetzten ungleichartigen Metallverbindung, oder mit der Voltaiſchen Säule,

von

JOH. ANTON HEIDMANN

Med. Doctor in Wien.

A. *Reſultate in phyſiſcher Hinſicht überhaupt.*

1. *Daſs die Wirkſamkeit einer Säule, welche aus ſchicklichen ungleichartigen Metallen und abwechſelnden Waſſerſchichten zuſammengeſetzt iſt, in Verhältniſs ſteht mit der Berührung der dazu angewandten Metallplatten unter einander.* — Um dieſes genau zu beſtimmen, nahm ich 40 runde Kupferplatten, und eben ſo viele, gleich groſse Platten aus einer Miſchung von Zink und Zinn, 3 Zoll im Durchmeſſer; ich ſetzte dann meine Säule mit Leinwandlappen, die in Salzwaſſer angefeuchtet wurden, wie gewöhnlich zuſammen, und beſtimmte ihre Wirkſamkeit nach der Stärke des Erſchütterungsſchlages, der Funken, des Anziehens u. ſ. w. Um die Berührung ſo viel möglich vollkommen zu machen, hatte ich eben ſo viel gleich groſse Kupferplatten, jede mit einer Platte von jener Zuſam-

mensetzung aus Zink und Zinn, durchs Verzinnen mit einander verbinden lassen, so dass nun stets eine Kupfer- und Zinkplatte nur eine einzige ausmachten. Aus diesen schichtete ich nun eine Säule, wie oben, auf, und fand ihre Wirksamkeit um mehr als um die Hälfte vermehrt. Ich wählte zu den Zinkplatten eine Mischung aus gleichen Theilen Zink und Zinn, weil sie dadurch an Wirksamkeit nichts verlieren, aber leichter zu behandeln und viel eher zu reinigen sind.

2. *Dass die Wirkung eines solchen Apparats gleich sey* (im Verhältnisse stehe mit?) *der Wasserzersetzung in den angefeuchteten Papier-, Leinwand- oder Tuchlappen, und mit der Oxydation der Metalle an ihrer Oberfläche zwischen zwei solchen vereinigten und aufgeschichteten Metallplatten.* — Die Oxydation läſst sich schon nach $\frac{1}{4}$ Stunde an beiden Oberflächen der Metallplatte wahrnehmen; und dass eine Zersetzung des Wassers vorgeht, beweist das Entstehen der Luft- und Wasserblasen, welche bei einer starken Wirksamkeit der Säule zwischen den Metallplatten deutlich hervortreten, und sich nicht selten, wenn die Säule lange steht, als Schaum anhäufen. Ich wählte, um diesen chemischen Veränderungen freiern Raum zu lassen, Platten von 3 Zoll Länge und Breite, das ist, von 9 Quadratzoll Flächeninhalt. Aus der Kenntniss des ganzen Flächeninhalts der Säule wird sich vielleicht einmahl ihre Stärke oder Wirksamkeit bestimmen lassen.

3. *Daſs die Dauer der Wirkung und der Erzeugung einer electriſchen Flüſſigkeit, gleich ſey der Dauer der Zerſetzung des Waſſers und der Oxydation der Metalle in jeder Schicht, und daſs daher auch hier die Electricität als bloſses Produkt dieſer chemiſchen Veränderungen anzuſehen ſey.* — Denn es hört alle Wirkung auf, ſo wie die Oberflächen der Metallplatten gänzlich oxydirt, oder die angefeuchteten Tuchlappen trocken werden. Den Einfluſs der atmoſphäriſchen Luft und aller übrigen Gasarten auf die Wirkſamkeit einer ſolchen Säule werde ich auf eine ähnliche Art, wie bei Bewegung einer Electriſirmaſchine im verſchloſsnen Raume, (ſiehe meine *Theorie der Electricität*, B. II, §. 589,) in der Folge genau zu beſtimmen ſuchen. (*Annalen*, VIII, 1 f.)

4. *Daſs die Geſtalt der Metallplatten auf die Stärke und Dauer der Wirkſamkeit eines ſolchen Apparats nicht den geringſten Einfluſs habe.* Ich lieſs mir anfangs runde, dann aber viereckige Platten verfertigen, weil dieſe letztern ihrer Geſtalt wegen leichter aufgeſchichtet werden können.

5. *Daſs die Salzauflöſungen zur Befeuchtung der Leinwand-, Papier- oder Tuchlappen deshalb vor dem bloſsen Waſſer den Vorzug verdienen, weil ſie die Zerſetzung des Waſſers und die Oxydation der Metalloberflächen durch ihre vermehrte Anziehungs- oder Leitungskraft begünſtigen, und dadurch die ganze Wirkſamkeit der Säule erhöhen.* — Die Auflöſungen metalliſcher Salze ſind daher am wirkſam-

ſten; allein die Wirkung läſst in dieſem Falle auch viel früher nach. Uebrigens ſcheint auch die Zerſetzung der angewandten Salze dabei einigen Einfluſs zu haben, welches ſich aus dem Ammoniakgeruche bei Anwendung des Salmiaks erkennen läſst, und aus der halb-kauſtiſchen Sode, die ſich bei Anwendung des Kochſalzes zwiſchen den Metallplatten heraus kryſtalliſirte, nachdem ich meinen Apparat von 200 ſolchen Platten 14 Tage hindurch, bis zum gänzlichen Aufhören aller Wirkung, hatte ſtehen laſſen, und dann dieſes Salz und die Oxyde beider Metalloberflächen unterſuchte.

6. *Daſs die durch einen ſolchen Apparat erzeugte electriſche Flüſſigkeit von ähnlicher Natur iſt, als die durch andere künſtliche Maſchinen hervorgebrachte Electricität; bloſs ein höherer Grad von Zerſetzbarkeit und eine trägere Anziehungskraſt ſind ihr ausſchluſsweiſe eigen.* Um dieſes aus der Aehnlichkeit der Wirkungen zu beſtimmen, war ich bemüht, dadurch Waſſer zu zerſetzen; entzündliche Körper, als: Phosphor, Schwefel, Schieſspulver u. ſ. w., zu entzünden; das Anziehen leichter Körper zu beobachten; Metalle zu verbrennen, als: Gold-, Silber-, Zinn-, Kupferblättchen und Drähte; den Condenſator und Leidener Flaſchen zu laden, u. ſ. w.

7. *Daſs ich auch hier keinen Unterſchied von poſitiver und negativer Electricität an der Kupfer- und Zinkſeite wahrzunehmen im Stande war.* (?) Alle Unterſchiede in Rückſicht der Wirkungen und Erſcheinungen auf der Kupfer- und Zinkſeite laſſen

ſich darauf zurückführen, daſs die Kupferſeite, wegen ihrer gröſsern Anziehungs- oder Leitungskraft zur electriſchen Flüſſigkeit, eine gröſsere Menge von der hier erzeugten Electricität aufnimmt, welches ſich aus dem ſtärkern Anziehen, einem heftigern Schlage und aus vielen andern Erſcheinungen auf dieſer Seite deutlich wahrnehmen läſst.

8. *Daſs dadurch die Lehre von der Natur oder den Beſtandtheilen des Waſſers nach dem heutigen Syſteme der Naturforſcher, welche es aus Sauerſtoff und Waſſerſtoff beſtehen laſſen, eine neue Beſtätigung erhält.* Ich erfand hierzu eine Vorrichtung, wodurch ſich die erhaltnen Produkte auf eine ſichere Art auffangen und dann unterſuchen laſſen. — Golddrähte werden bloſs ihrer ſchwerern Oxydirbarkeit wegen von der gewöhnlichen Wirkſamkeit einer ſolchen Säule auf der Zinkſeite nicht oxydirt, und geben hier den zweiten Beſtandtheil des Waſſers als Sauerſtoff. Als ich bei einer Säule aus 300 Platten auf der Zinkſeite, ſtatt eines Golddrahts, ein dünnes rundes, mit reinen feinen Goldblättchen überzogenes Stück Holz anwandte, entwickelten ſich auf dieſer Seite nur ſehr wenig Luftblaſen, und nach einer Stunde war das Goldblättchen ſchon gänzlich oxydirt, und dieſes Goldoxyd tief in das Holz eingedrungen. Die Menge des auf dieſer Seite ſich entwickelnden Gas war ſehr geringe; ich hatte damahls keine Gelegenheit, es genau zu unterſuchen.

B. *Resultate in physiologischer Hinsicht.*

1. Dafs *alle muskulösen Theile* des thierischen Körpers, sie mögen dem Einflusse des Willens unterworfen seyn oder nicht, von der durch eine ungleichartige Metallverbindung erzeugten electrischen Flüssigkeit auf eine *gleiche* Art afficirt werden.

2. Dafs die *Reizbarkeit der Muskelfasern* keinesweges, wie man bisher glaubte, an den *innern Theilen*, am Herzen, Magen, an den Gedärmen u. s. w., länger, als an den äufsern Theilen anhalte, sondern dafs sie *überall zu gleicher Zeit erlischt*, wenn die Ursache des Todes, bei zuvor gesundem Zustande der Thiere, aus äufsern Gewaltthätigkeiten, z. B. durchs Verbluten, Ersäufen, Erdrosseln u. s. w., entstanden ist.

3. Dafs aber in allen Fällen, wo innerliche Ursachen, (als Krankheiten,) und wo organische Veränderungen durch chemische Einwirkungen, (als durch Erstickungen in mephitischen Gasarten, durch narkotische Vergiftungen u. s. w., welche Ursachen die organische Mischung oder die Lebenskräfte gleichsam unmittelbar angreifen,) den Tod herbeiführten, die Reizbarkeit an den *äufsern* Theilen stets *länger* als an den innern wahrzunehmen war.

4. Dafs in allen Fällen, wo durch die Wirkung eines solchen Apparats die Reizbarkeit der Muskelfasern nicht mehr in Thätigkeit gesetzt werden kann, auch *alle übrigen Reitze*, von welcher Art sie im-

mer seyn mögen, und selbst der verstärkte electrische Funke, sich *ganz unwirksam* beweisen.

5. Dass sich, auf diese vier vorhergehenden Erfahrungen bei Thieren gestützt, aus der Anwendung des verstärkten Galvanismus an erst verblichenen Menschen die leichteste und zuverlässigste *Bestimmung des wahren Todes* und die *Unterscheidung desselben vom Scheintode* erwarten lässt; ein Prüfungsmittel, das sich auch schon nach Versuchen, die hier im allgemeinen Krankenhause angestellt wurden, vollkommen bestätigte.

V.

THEORIE der Aeols-Harfe,

von

Matthew Young
in Dublin. *)

Dieses liebliche und ergötzende Instrument, welches mehrere für ein ganz Neues ausgegeben haben, ist eine Erfindung Kircher's, welcher es weitläufig in seiner *Phonurgia* beschreibt, auch schon eine Theorie desselben versuchte. **) Es ist so allgemein bekannt, daſs es überflüſsig seyn würde,

*) Ausgezogen aus dem Hauptwerke der Engländer über die Musik: *An Enquiry into the principal Phenomena of Sound and musical Strings, by Matth. Young, B. D. Trinity-College, Dublin, Lond.* 1784, 203 S., 8., welches jedoch für uns durch Herrn Dr. Chladni's lange erwartete *Akustik* wohl entbehrlich werden dürfte. d. H.

**) *Athanasii Kircheri, e Soc. Jesu, Neue Hall- und Tonkunst, in unsre teutsche Muttersprache übersetzt von Agatho Carione, Nördlingen* 1684, fol.; ein mit Kupferstichen wohl verziertes Werk, welches sich Freunden einer spaſshaften Lectüre empfehlen läſst. Im zehnten Kapitel: *Von verschiedenen Kunst-Wunderwerken und der natürlichen Stimm- und Tonzauberey*, handelt das dritte Kunstwerk, S. 105, von der Verfertigung eines Instruments, „das allein durch Trieb des Windes, so lang er

hier erſt die Conſtruction und den Gebrauch deſſelben zu beſchreiben.

wehet, einen beſtändigen und zuſammenſtimmenden Ton von ſich giebt;" unſrer *Aeols-Harfe*, die indeſs bei Kircher dieſen Namen noch nicht führt. Folgendes ſind ſeine Worte:

„Wie nun dieſes Inſtrument eine neue Erfindung, (ſo meines Erachtens von Niemand in Acht genommen, oder ſelbiger nachgeforſcht worden:) alſo iſt es ganz leicht und lieblich, und wird zum öſtern in meinem Muſeo mit höchſter Verwunderung von vielen gehört. So lange das Fenſter zugemacht bleibt, iſt das Inſtrument ſtill, ſo bald man es aber aufthut, hört man einen lieblichen Ton und Klang, der alle, die es hören und nicht die eigentliche Beſchaffenheit wiſſen, beſtürzt macht, indem ſie nicht wiſſen können, wo dieſer Klang und Ton herkömmt, und was es für ein Inſtrument ſey. Denn es lautet nicht eigentlich wie ein Saiteninſtrument, auch nicht wie die, ſo durch den Wind tönend gemacht werden, ſondern es hat einen vermengten und ganz fremden unbekannten Ton und Hall. Das Inſtrument aber muſs alſo gemacht werden. Man bereite aus Fichtenholz, ſo am beſten reſoniret, ein Inſtrument 5 Spannen lang, 2 breit, die Tiefe aber oder Höhle 1 Spanne, beziehe es mit 15 oder mit mehr oder weniger gleichen Geigenſaiten, die über 2 Stege an Wirbel geſpannt werden, und ſtimme ſie alle gleich, oder allein in die Oktav, wenn anders ein einſtimmender oder zuſammenklingender Ton folgen ſoll. Und iſt dieſes höchſt verwunderlich und gleichſam ungereimt,

Um alle Ungewiſsheit in Abſicht der Töne der Aeols-Harfe zu heben, nahm ich alle Saiten bis

daſs alle Saiten gleichlautend oder in der Oktav allein geſtimmt, unterſchiedliche Stimmen und Ton von ſich geben ſollen. Der Ort des Inſtruments muſs nicht in freier Luft, ſondern verſchloſſen ſeyn, jedoch ſo, daſs die Luft einen freien und ungehinderten Zu- und Durchgang habe. Der Wind aber kann auf verſchiedne Weiſe zuſammen- und eingefangen werden, entweder durch ein Kegel- oder Schneckenrohr, oder durch hölzerne Flügel *CV*, *EF*, (Fig. 2, Taf. II,) welche vor dem Zimmer ſeyn, und den Wind in das Käſtlein *KN*, welches im Zimmer iſt, leiten müſſen. Im Rücken *SN* des Käſtleins iſt eine offne Spalte, wobei man das Inſtrument *OR* wie in der Figur aufhängen, oder ſonſt feſt anmachen ſoll, ſo daſs der Wind alle Saiten deſſelben berühre und bewege. — Nach ſtarkem oder gelindem Winde wird ſich ein verwunderlicher Ton und Hall in dem Gemach und Zimmer hören laſſen, da die Saiten immer einen zitternden Ton werden von ſich geben, bisweilen wie ein Vogelgeſang, bald wie eine Waſſerorgel, bald wie ein Pfeiſenwerk, und andere fremde Töne mehr, da Niemand, der es hört und nicht ſieht, wird wiſſen können, was dieſes für ein Inſtrument ſey. Benebens, wann alle Fenſter des Gemachs werden zugeſchloſſen ſeyn, wird auch der geringſte Ton und Hall ſich nicht hören laſſen; thut man aber nur eins auf, wird die Wundermuſik ſich alſobald wieder finden. — — Will man machen, daſs ein ſolcher Wunderton

auf eine einzige ab, und setzte das Instrument in die erforderliche Lage. Ich war nicht wenig verwundert, eine Menge verschiedner Töne zu hören, nicht selten solche, die mir durch keinen aliquoten

aus freier und hoher Luft herabkomme, und mit Bestürzung vernommen werde; so mache man einen fliegenden Drachen oder Fisch, daſs auf beiden Seiten die gleichlautenden Saiten aufgezogen werden. Sobald man ihn in freier Luft hängt, und das Seil anzieht, werden immerdar die Saiten einen starken Laut von sich geben. Machte man dann anstatt des fliegenden Drachen einen fliegenden Engel, so würde das Werk noch verwunderlicher kommen, und man es fast für Zauberei halten."

Kircher's Angaben, wenigstens die erstern, sind der Wahrheit gemäſs. Auch dem freien Winde ausgesetzt, tönt die Aeols-Harfe; nur, weil dann der Wind alle Saiten gleich stark trifft, mit weniger Abwechselung als am Fenster, wo der volle Wind nur eine Saite, die übrigen ein schwächerer Luftzug bewegt, oder als wenn sie an einem Baume so hängt, daſs der Wind auf die Saiten mit ungleicher Stärke wirkt. In frei liegenden Zimmern ist, wenigstens bei windigem Wetter, Kircher's Windlade überflüssig. Gewöhnlich macht man die Aeols-Harfe auch nur halb so breit, als nach Kircher's Vorschrift, und spannt über den Resonanzboden nur 8 Darmsaiten, die verschieden gestimmt, minder harmonische, wild durch einander hallende Töne geben. *d. H.*

Theil der Saite erzeugt schienen, ja oft von der einzigen Saite Accorde von 2 oder 3 Tönen, und schon gab ich die Hoffnung auf, diese ausserordentliche und verwickelte Erscheinung aus den Grundsätzen aliquoter Theile erklären zu können.*) Doch zeigte sich bei einer genauern Untersuchung, dass sie sich alle daraus leicht und natürlich ableiten liessen.

Doch ehe wir dieses Phänomen untersuchen, wollen wir die Wirkung eines Luftzugs, der auf eine gespannte elastische Saite stösst, betrachten. Der Theil des Zugs, der auf die Mitte der Saite trifft, bringt die ganze Saite aus ihrer geradlinigen Lage; da aber ein gewöhnlicher Luftstrom nicht in gleicher Stärke lange anhält, so wird der Luftzug in der Regel die Saite nicht in der gekrümmten Lage erhalten können, da sie denn, vermöge ihrer Elasticität, zurück schnellt, und in Schwingungen kömmt, wodurch die Luft in solche Pulsationen versetzt wird, als im Ohre den Ton *der ganzen Saite* hervorbringen. — Ist dagegen der Luftstrom zu stark, als dass die gekrümmte Saite zurückschnellen könnte, so bleibt sie zwar in ihrer bauchigen Lage, gleich dem Tckelwerke eines

*) Das heisst unstreitig, aus der Lehre von den verschiednen möglichen freien transversalen Schwingungsarten einer gespannten Saite, (der Ganzen, ihrer Hälfte, ihres Drittels, und ihrer übrigen aliquoten Theile,) wobei Schwingungsknoten und die sogenannten *harmonischen Töne* entstehn. *d. H.*

Schiffs bei heftigem Winde, und kann nicht mit ihrer ganzen Länge ſchwingen; dafür können aber aliquote Theile derſelben in Schwingung kommen, und zwar aliquote Theile von verſchiedner Länge, je nachdem der Luftzug ſtärker oder ſchwächer iſt. Denn, indem die Geſchwindigkeit des Luftſtroms ſo zunimmt, daſs er die Schwingungen der ganzen Saite hemmt, wirken die Lufttheilchen, welche gegen die Mitten der Hälften ſtoſsen, gerade ſo auf dieſe Hälften der Saite, als im Falle der ſympathetiſchen oder mithallenden Töne. Die Schwingungszeit der Hälften iſt nur halb ſo groſs, als die der ganzen Saite, daher ein Luftſtrom, ihre Schwingungen zu hindern, nicht mehr Macht hat, als er gegen die ganze Saite haben würde, wenn ihre Spannung viermahl gröſser würde,*) weshalb ſie, (bei etwas ſchwellendem und wieder nachlaſſendem Luftſtrome,) ungeachtet die ganze Saite geſpannt bleibt, ſtark genug in Schwingung kommen können, um Pulſationen zu erregen, welche das Trommelfell

*) Bedeuten l, L die Längen, d, D die Dicken, k, K die Spannungen, und t, T die Schwingungszeiten zweier Saiten von einerlei Materie; ſo verhalten ſich bei unendlich kleinen Schwingungen $t : T = \frac{ld}{\sqrt{k}} : \frac{LD}{\sqrt{K}}$, und daher bei gleicher Länge u. Dicke die Spannungen umgekehrt wie die Quadrate d. Schwingungszeiten, ($k : K = \frac{1}{t^2} : \frac{1}{T^2}$.)

d. H.

des Ohrs afficiren. Daſſelbe gilt von andern aliquoten Theilen der ganzen Saite.

Die Wirkung des Windes, wenn er über Getreidefelder hinfährt, kann dazu dienen, dieſes zu erläutern. Iſt der Wind ſo ſchnell, daſs, ehe der gebogne Halm ſich in die ſenkrechte Lage zurück biegt, ein zweiter Stoſs kömmt; ſo ſcheint dieſer immerfort gebogen zu bleiben. Nimmt aber der Wind in Geſchwindigkeit oder Stärke ab, ſo kann der Halm eine Schwingung vollenden, bevor er aufs neue gebogen wird, und ſo wird er beim Stoſse des Windes ſich vorwärts und zurück beugen.

Die Lufttheilchen, welche gegen die Saite an Stellen, die nicht in der Mitte aliquoter Theile liegen, ſtoſsen, unterbrechen und verhindern eins die Schwingung, welche das andere erzeugt, gerade wie im Falle der ſympathetiſchen oder mithallenden Töne, und haben deshalb keine empfindbare Wirkung. Folgende Beobachtungen können dazu dienen, die Richtigkeit dieſer Erklärung zu beſtätigen.

Beobachtung 1. Der Grundton der Saite war das groſse *F*, (*the grave fifteenth to low f on the Violin*;) folgende Aeoliſche Töne wurden deutlich, und faſt in derſelben Ordnung, worin ſie aufgeſchrieben ſind, gehört, die, wie man aus den darunter geſetzten Brüchen ſehn mag, von lauter ali-

quoten schwingenden Theilen der Saite erzeugt werden. *)

Beobachtung 2. Während die Saite einen dieser Töne von sich gab, hielt ich gegen die Stelle derselben, welche der Theorie gemäss für jenen Ton ein Schwingungsknoten seyn musste, irgend ein Hinderniss, und der äolische Ton wurde dadurch nicht gehemmt, indess er augenblicklich erlosch, wenn man das Hinderniss oder die Dämpfung an einen

*) Den aliquoten Theilen $\frac{1}{7}$ und $\frac{1}{11}$ entspricht in unserm Tonsysteme keiner der Töne genau. Der Ton, der zu $\frac{1}{7}$ der Saite *F* gehört, fällt zwischen das zweigestrichne *dis* und *es*, und wird im Folgenden durch ds n. oder es n., (*nahe*,) bezeichnet; eben so giebt $\frac{1}{11}$ $\overline{\overline{b}}$, nicht genau, sondern nur nahe. Folgendes sind die gehörten Töne:

$\underset{\frac{1}{6}}{\overline{\overline{c}}}$, $\underset{\frac{1}{4}}{\overline{f}}$, $\underset{\frac{1}{5}}{\overline{a}}$, $\underset{\frac{1}{7}}{\overline{\overline{es}}}$ n., $\underset{\frac{1}{6}}{\overline{\overline{c}}}$, $\underset{\frac{1}{5}}{\overline{a}}$, $\underset{\frac{1}{7}}{\overline{\overline{ds}}}$ n., $\underset{\frac{1}{8}}{\overline{\overline{f}}}$, $\underset{\frac{1}{7}}{\overline{\overline{ds}}}$ n., $\underset{\frac{1}{6}}{\overline{\overline{c}}}$, $\underset{\frac{1}{5}}{\overline{a}}$, $\underset{\frac{1}{7}}{\overline{\overline{ds}}}$ n., $\underset{\frac{1}{8}}{\overline{\overline{f}}}$, $\underset{\frac{1}{8}}{\overline{\overline{f}}}$ und $\underset{\frac{1}{7}}{\overline{\overline{ds}}}$ n., $\underset{\frac{1}{6}}{\overline{\overline{c}}}$, $\underset{\frac{1}{7}}{\overline{\overline{ds}}}$ n., $\underset{\frac{1}{7}}{\overline{\overline{es}}}$ n., $\underset{\frac{1}{7}}{\overline{\overline{es}}}$ n., $\underset{\frac{1}{8}}{\overline{f}}$, $\underset{\frac{1}{10}}{\overline{\overline{a}}}$, $\underset{\frac{1}{9}}{\overline{\overline{g}}}$, $\underset{\frac{1}{8}}{\overline{\overline{f}}}$, $\underset{\frac{1}{6}}{\overline{c}}$ und $\underset{\frac{1}{7}}{\overline{\overline{es}}}$ n., $\underset{\frac{1}{6}}{\overline{\overline{c}}}$, $\underset{\frac{1}{4}}{f}$ und $\underset{\frac{1}{5}}{\overline{a}}$, $\underset{\frac{1}{5}}{\overline{a}}$, $\underset{\frac{1}{7}}{\overline{\overline{es}}}$ n., $\underset{\frac{1}{5}}{\overline{a}}$, $\underset{\frac{1}{7}}{\overline{\overline{es}}}$ n., $\underset{\frac{1}{6}}{\overline{\overline{c}}}$, $\underset{\frac{1}{8}}{\overline{\overline{f}}}$, $\overline{\overline{e}}$ schwebend in $\underset{\frac{1}{7}}{\overline{\overline{es}}}$ und $\overline{d}$, $\underset{\frac{1}{6}}{\overline{\overline{c}}}$, $\underset{\frac{1}{8}}{\overline{\overline{f}}}$, $\underset{\frac{1}{7}}{\overline{es}}$ n. und $\underset{\frac{1}{6}}{\overline{\overline{c}}}$, $\underset{\frac{1}{6}}{\overline{c}}$, $\underset{\frac{1}{7}}{\overline{\overline{es}}}$ n., $\underset{\frac{1}{5}}{\overline{a}}$ und $\underset{\frac{1}{6}}{\overline{\overline{c}}}$ und $\underset{\frac{1}{7}}{\overline{\overline{es}}}$ n., $\underset{\frac{1}{7}}{\overline{\overline{es}}}$ n. und $\underset{\frac{1}{8}}{\overline{\overline{f}}}$, $\underset{\frac{1}{8}}{\overline{\overline{f}}}$, $\underset{\frac{1}{11}}{\overline{\overline{b}}}$ n., $\underset{\frac{1}{10}}{\overline{\overline{a}}}$, $\underset{\frac{1}{8}}{\overline{\overline{f}}}$ und $\underset{\frac{1}{9}}{\overline{\overline{g}}}$, $\overline{\overline{es}}$ schwebend nach $\overline{\overline{d}}$, $\underset{\frac{1}{6}}{\overline{\overline{c}}}$, $\underset{\frac{1}{7}}{\overline{\overline{ds}}}$ n. und $\underset{\frac{1}{8}}{\overline{\overline{f}}}$ etc.

einen andern Punkt der Saite anbrachte; ein offenbarer Beweis, daſs beim Aeolstone in der That aliquote Theile der Saite für ſich in Schwingung ſind.

Beobachtung 3. Als ich umgekehrt an den Endpunkt eines aliquoten Theils der Saite einen ſanften Druck anbrachte, erzeugte der Lufthauch gerade den äoliſchen Ton, den jener aliquote Theil angeben muſste; und ſo lieſs es ſich vorher beſtimmen, welchen Aeolston man hören würde. Doch erfolgte der Ton nicht immer, da der Luftzug bald zu ſtark, bald zu ſchwach ſeyn mochte, um gerade dieſen aliquoten Theil der Saite ſo ſtark in Schwingungen zu bringen, daſs er tönte. Da aber der Druck an der angebrachten Stelle nothwendig einen Schwingungsknoten erzeugt; ſo kann wenigſtens kein anderer Ton als der des beſtimmten aliquoten Theils, oder eines aliquoten Theils dieſes aliquoten Theils erfolgen. *)

Beobachtung 4. So wie der Windſtoſs zu- oder abnimmt, ſteigt oder fällt allmählig der Aeolston, indem ein ſtärkerer Windſtoſs die Schwingungen der längern aliquoten Theile hemmt. Dann prädominiren die Schwingungen der kürzern aliquoten Thei-

*) Kircher erklärt in ſeiner *Phonurgia*, pag. 148, ſich die Aeolstöne daraus, daſs der Luftſtrom auf einzelne Theile der Saite allein treffe; eine Theorie, welche dieſe Beobachtungen gänzlich widerlegen, da dann eine Dämpfung an den übrigen Theilen der Saite den Aeolston nicht ſtören könnte. *Y.*

le, und zwar immer kürzerer, ſo wie der Windſtoſs allmählig anwächſt. Verändert ſich die Stärke des Luftſtoſses plötzlich, ſo gehn auch die tiefern Töne nicht ſo ſtufenweiſe, ſondern plötzlich in die höhern Töne kürzerer aliquoter Theile über.

Beobachtung 5. Manchmahl hört man einen Accord von 2 oder 3 Aeolstönen zugleich. Dann hat der Lufthauch gerade eine ſolche Stärke, daſs er zwei oder drei in Länge, (und mithin auch in ihrer Schwingungszeit,) nicht ſehr verſchiedne aliquote Theile zugleich in Schwingungen ſetzt, die ſich dann nicht ſo ſtören und gegenſeitig aufheben, als wenn die Länge der aliquoten Theile und ihre Schwingungszeit beträchtlich verſchieden ſind. Sieht man die obige Folge äoliſcher Töne an, ſo nimmt man wahr, daſs gerade nur aliquote Theile, die zunächſt an einander grenzen, zuſammen tönen, z. B. *C* und *E*, ($\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{7}$ der ganzen Saite;) *F* und *A*, ($\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{5}$;) *A*, *C* und *E*, ($\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{7}$ der Saite.) — Nie geben lange Saiten ihren Grundton und die Oktave deſſelben zugleich an, wovon der Grund unſtreitig darin liegt, daſs, ungeachtet beide in der Reihe der harmoniſchen Töne unmittelbar auf einander folgen, ihre Schwingungszeit doch ſo verſchieden iſt, daſs ein Luftſtrom, der die eine Schwingung bewirkt, nothwendig die andere hemmen muſs. Ueberhaupt hört man nur bei den höhern aliquoten Theilen der Saite Accorde, und ſie kommen deſto häufiger vor, je höher der Ton iſt,

da diese aliquoten Theile minder von einander verschieden sind.

Beobachtung 6. Oefters lassen sich zwar Aeolstöne hören, welche von keinem genauen aliquoten Theile der Saite herrühren; allein sie sind nur schnell vorübergehend, indem sie bis zum nächsten von einem genauen aliquoten Theile erzeugten Tone steigen oder sinken. Sie entstehn beim Uebergange aus einer Eintheilung der Saite zu einer andern, indem während desselben die schwingenden Theile der Saite sich allmählig verlängern oder verkürzen. Wenn so z.B. der Aeolston den Dritteln der Saite gehört, und der Luftstrom so sich ändert, dass er die Oktave des Grundtons angiebt; so müssen die Schwingungsknoten allmählig auf der Saite fortrücken, wobei ein sehr allmähliges Sinken des Tons statt findet, bis er sich mit der Oktave des Grundtons endigt.

Beobachtung 7. Nicht selten geben im Unisono gestimmte Saiten der Aeols - Harfe Misharmonien, (*discords,*) an. Auch dieses erklärt sich auf dieselbe Art, da durch aliquote Theile einer Saite unendlich viele Discorde entstehen können.

VI.

FORTGESETZTE VERSUCHE
über die Wärmeſtrahlen der Sonne und irdiſcher Gegenſtände,

von

WILL. HERSCHEL,
L. L. D., F. R. S. zu Slough bei Windſor.

Dieſe Verſuche ſind eine Fortſetzung der Herſchelſchen *Unterſuchungen über die wärmende und die erleuchtende Kraft der farbigen Sonnenſtrahlen*, und *über die nicht-ſichtbaren Strahlen der Sonne und deren Brechbarkeit*, woraus die *Annalen*, B. VII, S. 137 — 156, den Leſern einen vollſtändigen Auszug vorgelegt haben. Herſchel hatte ſie in zwei Aufſätzen des erſten Bandes der *Philoſophical Transactions of the Roy. Soc. of London for the Y.* 1800, (Aufſatz 13 und 14,) vorgetragen. Zwei fernere hierher gehörige Abhandlungen, welche als Fortſetzungen dieſer erſtern zu betrachten ſind, finden ſich im zweiten und dritten Bande deſſelben Jahrganges der *Transactions* 15, p. 293, und 19, p. 437. Von dieſen letztern habe ich für die Annalen noch keinen Gebrauch gemacht, und ziehe auch jetzt aus ihnen lediglich die Verſuche Herſchel's über die Wärme im Zuſtande der Strahlung aus, ohne mich auf die weitläufigen, nur wenig genügenden Verſuche in der vierten Abhandlung, über die Licht- und die Wärmemenge, welche durch gefärbte Gläſer hindurch geht, einzulaſſen. Herſchel will in dieſen beiden ſpätern Aufſätzen

eine Parallele zwiſchen den Geſetzen der Wärme leuchtender, farbiger und unſichtbarer Strahlungen, mit den längſt bekannten und bewährten Geſetzen des Lichts unter den Umſtänden der Zurückwerfung, der Brechung, des Durchganges durch durchſichtige Körper und der Zerſtreuung ziehn, um danach zu beurtheilen, in wie weit Licht und Wärme einerlei oder verſchieden ſind. Allein ſowohl ſeine Entdeckung nicht-ſichtbarer Sonnenſtrahlen, welche wärmen, und was damit in Verbindung ſtand, als auch dieſe fernere Unterſuchung über die Wärme im Zuſtande der Strahlung, haben in England einen, wie es ſcheint, ſiegreichen Gegner gefunden, (darf man dieſes anders daraus ſchlieſsen, daſs bis jetzt weder Herſchel ſelbſt, noch ein anderer Phyſiker, die neuen Entdeckungen im Felde der Optik gegen deſſen ſtrenge und bittere Kritik, die ich den Leſern in dem auf dieſen folgenden Auffatze, (VII,) vorlege, gerechtfertigt hat,) daher es mit dem wiſſenſchaftlichen Gewinne, den ſich Herſchel aus dieſer Parallele verſprach, etwas zweifelhaft ausſieht. Um indeſs doch den Leſer in den Stand zu ſetzen, Herſchel's Verſuche und die Kritik über dieſe ſelbſt beurtheilen und würdigen zu können, theile ich hier die neuen Verſuche Herſchel's über die ſtrahlende Wärme in einem vollſtändigen Auszuge mit. In der Erwartung fernerer Verhandlungen über die ſtreitigen Punkte, verſchob ich dieſes bis jetzt; doch iſt mir nichts weiter darüber bekannt geworden. *d. H.*

Licht, ſagt Herſchel, (Sonnenlicht ſowohl als irdiſches,) iſt eine Senſation, welche 1. durch Strahlen bewirkt wird, die von leuchtenden, (*luminous*,)

Körpern emaniren, welche das Vermögen haben, Gegenstände zu erleuchten und sie nach Umständen unter verschiednen Farben erscheinen zu machen. Diese Strahlen sind 2. den Gesetzen der Zurückwerfung, und 3. den Gesetzen der Brechung unterworfen. Sie haben 4. eine verschiedne Brechbarkeit, sind 5. geneigt nach gewissen Verhältnissen in durchsichtigen Körpern, beim Durchgange durch dieselben, aufgehalten, und 6. an rauhen Oberflächen umher zerstreut zu werden. Endlich schrieb man ihnen bisher 7. das Vermögen zu, Körper zu erwärmen, welches aber erst durch diese Untersuchung näher auszumitteln ist.

Wärme, (Sonnenwärme sowohl als irdische,) ist dagegen eine Sensation, welche 1. durch Strahlen bewirkt wird, die von glühenden, (*candent*,) Körpern, welche das Vermögen haben, Gegenstände zu erwärmen, emaniren. Auch diese Strahlen haben alle unter 2 bis 7 erwähnten Eigenschaften. Man kann annehmen, dass sie in einem gewissen Zustande von Energie, das Vermögen besitzen, Gegenstände zu erleuchten; doch ist dieses ein Umstand, der ebenfalls noch einer genauern Untersuchung bedarf.

Diese kurze vergleichende Uebersicht der Erfahrungen über Licht und Wärme bestimmt die Ordnung in dieser Untersuchung über die Wärme im Zustande der Strahlung. Die dritte Abhandlung, (*Transact.*, No. 15,) beschäftigt sich mit den drei

ersten Vergleichpunkten, die vierte u. s. w., (*Tr.*, No. 19,) mit den übrigen.

Versuch 1. *Zurückwerfung der Sonnenwärme.* Ein 10füssiges Neutonsches Spiegelteleskop, mit einem Okulareinsatze nach Art der Camera clara, (*with a camera eye piece*,) ohne Okularglas, wurde nach der Sonne gerichtet, und so ajustirt, dass der Focus auf ein kleines Thermometer fiel. Dieses stieg um 58° Fahrenh. Sonnenstrahlen, sie mögen nun Licht seyn oder nicht, erzeugen folglich nach dreimahliger regelmässiger Reflexion noch Wärme.

Versuch 2. *Zurückwerfung der Wärme eines Lichts.* Ein kleiner stählerner Hohlspiegel von 3,4 Zoll Oeffnung und 2,75 Zoll Brennweite, wurde 29 Zoll von einem Lichte gestellt. Genau im Vereinigungspunkte der Strahlen, (*secondary focus*,) wurde ein Thermometer, und ein zweites sehr nahe dabei, doch ausserhalb des Ganges des reflectirten Lichts gebracht. Innerhalb 5 Minuten stieg das Thermometer im Vereinigungspunkte um $3\frac{1}{4}°$ F.; sank, als der Spiegel bedeckt wurde, binnen 6 Minuten wieder zum vorigen Stande zurück, und stieg, wenn man den Spiegel aufdeckte, binnen 5 Minuten wieder um eben so viel, indess das zweite Thermometer die ganze Zeit über unverändert blieb.

Versuch 3. *Zurückwerfung der Wärme, welche die farbigen Sonnenstrahlen begleitet.* Herschel liess durch einen Einschnitt in Pappe, den das Farbenspectrum gerade ausfüllte, die farbigen Strahlen auf den Stahlspiegel fallen. Das Thermometer im

Brennpunkte deſſelben ſtieg binnen 2 Minuten um 35° Fahrenh.

Verſuch 4. Zurückwerſung der Wärme eines roth glühenden Eiſenſtabes. Der kleine ſtählerne Hohlſpiegel wurde 12 Zoll vom roth glühenden Eiſenſtabe, und wiederum ein Thermometer in den Vereinigungspunkt der Strahlen geſetzt. Ein Schirm aus Pappe diente, die directen Wärmeſtrahlen vom Thermometer abzuhalten. Es ſtieg in 1½ Minuten um 38½°, und fiel, als der Spiegel bedeckt wurde, in 1½ Minuten wieder um 28°.

Verſuch 5. Zurückwerſung der Wärme eines Kohlenſeuers durch einen Planſpiegel. Herſchel ſtellte einen kleinen Planſpiegel *D*, dergleichen er ſich in ſeinen 7füſsigen Reflectoren bedient, (Taf. II, Fig. 3,) auf ein Geſtell, auf das zugleich ein Roſt für das Kohlenfeuer angebracht war, und zwiſchen beide ein 1½ Zoll dickes Eichenbrett *AB*, in welches ein rundes Loch *C*, 1½ Zoll im Durchmeſſer, eingeſchnitten war. Bloſs durch dieſes fiel Wärme auf den unter 45° gegen die Achſe des Strahlenkegels geneigten Spiegel. Der zurückgeworfne Strahlenkegel ging aufs neue durch ein Loch *E*, das in ein zweites Brett eingeſchnitten war, und fiel auf ein dahinter ſtehendes, 3½ Zoll vom Spiegel entferntes Thermometer *F*. Ein zweites Thermometer befand ſich dicht neben dieſem. Erſteres ſtieg in 5 Minuten um 7°, während das zweite ſeinen Stand nur um ½° änderte.

Verſuch 6. *Zurückwerfung der Wärme eines Feuers mittelſt eines Prisma.* Wurde im vorigen Verſuche ſtatt des Planſpiegels ein gleichſchenkliges rechtwinkliges Prisma genommen, durch deſſen Schenkel die Strahlen ſenkrecht durchgingen, ſo daſs die Hypothenuſe ſie reflectirte, ſo ſtieg das erſte Thermometer zwar in 11 Minuten um $4\frac{1}{2}°$; da zugleich aber das zweite ſeinen Stand um $1\frac{3}{4}°$ änderte, ſo war die Temperatur des ganzen Raums um eben ſo viel erhöht, mithin die Wirkung der Reflexion lediglich von $2\frac{3}{4}°$.

Verſuch 7. *Zurückwerfung der nicht-ſichtbaren Wärme der Sonne.* Herſchel ſetzte an das eine Ende eines $4\frac{1}{2}$ Fuſs langen Bretts einen kleinen Planſpiegel, der gegen das einfallende prismatiſche Licht unter 45° geneigt war, und es auf ein Thermometer warf, das am andern Ende des Bretts, 3 Fuſs $9\frac{1}{2}$ Zoll vom Spiegel ſtand, und neben welches, auſserhalb des zurückgeworfnen Strahlenkegels, ein zweites Thermometer geſtellt war, (Taf. II, Fig. 4.) Dieſes Brett lieſs ſich in den farbigen Strahlen verſchieben, und der Spiegel mittelſt Parallellinien, die im Abſtande $\frac{1}{2}$ Zolles von einander auf das Brett gezogen waren, in jede beliebige Entfernung von der Grenze des Roths des Farbenſpectrums bringen. Nachdem die Thermometer, während der Spiegel verdeckt blieb, die Temperatur ihres Standorts angenommen hatten, wurde der Apparat ſo weit aus dem Farbenſpectrum gerückt, daſs nun die nicht-ſichtbaren Wärmeſtrahlen der

Sonne allein auf den Spiegel fielen. Binnen 10 Minuten erhielt das erste Thermometer 4° F. Wärme, welche ganz den Gesetzen der Katoptrik gemäfs auf dasselbe reflectirt wurden, und zwar mit solcher Präcision, dafs das nur 1 Zoll davon entfernte zweite Thermometer seinen Stand dabei nicht im mindesten änderte. Als man darauf den Spiegel wegnahm, verlor das erste Thermometer die erhaltnen 4° Wärme in 10 Minuten wieder gänzlich. *Ein,* wie Herschel bemerkt, *sehr entscheidender Versuch für die Wirklichkeit nicht-sichtbarer Sonnenstrahlen, ihrer Reflectibilität nach den Gesetzen der Katoptrik, und ihres Vermögens, zu erwärmen.*

Versuch 8. Zurückwerfung und Condensirung der nicht-sichtbaren Sonnenstrahlen. Man richtete den kleinen, oben beschriebenen Hohlspiegel aus Stahl so vor, dafs die prismatischen Strahlen eines Farbenspectrums senkrecht auf ihn einfielen. Die eine Hälfte des Spiegels war mit einem Stücke Pappe bedeckt. Mittelst einer Menge darauf gezogner Parallellinien liefs sich das letzte sichtbare Roth bis auf jede beliebige Weite von der nicht bekleideten Hälfte des Spiegels entfernen. Im Brennpunkte stand wiederum ein Thermometer, das man bei verdecktem Spiegel zur Temperatur seines Standorts kommen liefs. Dann wurde der Apparat so gestellt, dafs die Grenze des Roths $\frac{1}{10}$ Zoll von der Schneide der Pappe, die sich im Durchmesser befand, abwärts, und mithin lediglich die nicht-sichtbaren Sonnenstrahlen auf die

unbekleidete Hälfte des Spiegels fielen. Das Thermometer ſtieg binnen 1 Minute um 19°. Als man den Spiegel wieder bedeckte, ſank das Thermometer in 3 Minuten um 16°, ſtieg, als man ihn aufs neue enthüllte, in 2 Minuten um 24°, und fiel dann bei bedecktem Spiegel in 1 Minute wieder um 19°. Wiederum, nach Herſchel, ein Beweis der Wirklichkeit nicht-ſichtbarer Sonnenſtrahlen, die in der Reflexion den Geſetzen der Katoptrik aufs genaueſte folgen, und im Verhältniſſe, in welchem ſie condenſirt werden, ſtärker erhitzen.

Verſuch 9. *Zurückwerfung der nicht-ſichtbaren Ofenwärme.* Der ſtählerne Hohlſpiegel wurde auf ein ſchmales Brett befeſtigt, und davor ein hölzerner ½ Zoll dicker Schirm, der gerade ſo hoch war, daſs er die Strahlen, die ſonſt auf die untere Hälfte des Spiegels gefallen ſeyn würden, auffing. Hinter dieſen Schirm wurden zwei Thermometer, das eine genau in die Achſe des Hohlſpiegels, das andere, von welchem durch ein an die Scale gebundnes Pappſtückchen alle vom Spiegel reflectirten Strahlen abgehalten wurden, dicht daneben geſtellt. Als man dieſen Apparat einem wohl geheitzten ringsum verſchloſsnen Ofen gehörig gegenüber ſetzte, trieben die nicht-ſichtbaren, vom Spiegel reflectirten Wärmeſtrahlen, das in der Achſe ſtehende Thermometer in 1 Minute um 39° in die Höhe, indeſs das zweite, gegen die reflectirten Strahlen geſchützte Thermometer, das genau dieſelbe Stellung gegen den Ofen hatte, nur um 1° ſtieg.

Verſuch 10. *Zurückwerfung der nicht-ſichtbaren Wärmeſtrahlen eines heiſsen Eiſenſtabes*, der nach dem Rothglühen ſo weit erkältet war, daſs er im Dunkeln keinen Schein mehr verbreitete. Als man dieſen Eiſenſtab 12 Zoll weit vom ſtählernen Hohlſpiegel befeſtigte, und nun den Spiegel abwechſelnd enthüllte und wieder verdeckte, und ihn ſo jedes Mahl eine Minute lang lieſs, ſtieg und fiel das Thermometer im Brennpunkte des Spiegels abwechſelnd folgendermaſsen: $+ 7°$, $- 7°$; $+ 3°$, $- 5\frac{1}{2}°$; $+ 2\frac{1}{2}°$, $- 6\frac{1}{2}°$.

Dieſen Verſuchen über die Zurückwerfung der Wärme fügt Herſchel folgende Bemerkungen bei: „Wir haben unter allen verſchiednen Umſtänden, unter welchen in ihnen Sonnenwärme und irdiſche Wärme wirkte, Strahlen aufgefunden, welche den bekannten Geſetzen der Zurückwerfung gehorchen, und unabhängig von Licht das Vermögen beſitzen, Körper zu erwärmen. Denn hatten wir es gleich in den 6 erſten Fällen ſowohl mit erleuchtenden als mit wärmenden Strahlen zu thun; ſo kam doch in unſern Verſuchen lediglich das Vermögen, Wärme hervorzubringen, in Anſchlag, welches ſich durch das Thermometer genau auswies. Die 4 letzten Verſuche, welche mit nicht-ſichtbaren Strahlen angeſtellt wurden, beweiſen offenbar, daſs aus dem Vermögen von Strahlen, Wärme zu erzeugen, ſich keinesweges ſchlieſsen laſſe, daſs ihnen auch das Vermögen, zu erleuchten, zukommen müſſe. Vielmehr ſind wir berechtigt, nach Bewei-

fen zu fragen, dafs Strahlen, welche erwärmen, je fichtbar zu werden vermögen. Doch wir werden weiterhin auf diefe Materie noch einmahl zurück kommen, daher ich jetzt zu der Brechung der wärmezeugenden Strahlen fortgehe."

Verfuch 11. *Brechung der Sonnenwärme.* Ein neuer 10füfsiger Newtonfcher Reflector, deffen Spiegel, fo weit er polirt war, 24 Zoll Oeffnung hatte, wurde nach der Sonne gerichtet, und ein terreftrifcher Okulareinfatz mit 4 Linfengläfern eingefchraubt, durch welchen man die Sonnenftrahlen auf ein Thermometer in ihrem Focus fallen liefs. Diefes ftieg faft augenblicklich um 70° F., und das Telefkop mufste fogleich weggedrehet werden, damit die Gläfer nicht zerfprängen. Hier hatten die Strahlen, welche diefe plötzliche Vermehrung von Wärme bewirkten, hinter einander 8 Brechungen erlitten; weshalb fich nicht zweifeln läfst, dafs auch fie den Gefetzen der Brechung unterworfen find.

Verfuch 12. *Brechung der Wärme eines Lichts.* Eine biconvexe Glaslinfe von 1,4 Zoll Brennweite und 1,1 Zoll Oeffnung, die auf einem kleinen Fufse ftand, wurde 2,8 Zoll weit von der Flamme eines Lichts, und hinter die Linfe, in den Vereinigungspunkt der Lichtftrahlen, mit vieler Sorgfalt ein Thermometer gefetzt. Vor der Linfe befand fich ein Schirm aus Pappe, mit einer kreisrunden Oeffnung von der Gröfse der Linfe, und der Fufs, der die Linfe trug, liefs fich excentrifch drehen, fo dafs

diefe fich nach Willkühr vor die Oeffnung oder von ihr ab ftellen liefs. Nachdem man die directen Strahlen des Lichts einige Augenblicke lang auf das Thermometer hatte fallen laffen, um diefes zur Temperatur feines Standpunkts zu bringen, wurde die Linfe vor die Oeffnung gedreht, und nun ftieg das Thermometer vermöge der durch die Linfe zufammen gebrochnen Wärme des Lichts um $2\frac{1}{8}°$ in 3 Minuten; eine Wärme, die es wieder verlor, wenn man die Linfe wegdrehte, und drehte man die Linfe in die erfte Lage zurück, in 3 Minuten wieder gewann. — In andern Entfernungen liefs fich ein noch gröfseres Anfteigen bewirken. Wurde z. B. die Linfe $3\frac{1}{8}$ Zoll von der Flamme eines Wachslichts geftellt, fo ftieg das Thermometer im Vereinigungspunkte der Strahlen um 5 bis 8°, je nachdem das Licht heller brannte und die ganze Vorrichtung genauer abgemeffen war.

Verfuch 13. *Brechung der Wärme, welche die farbigen Sonnenftrahlen begleitet.* Als man das farbige Licht des prismatifchen Farbenfpectrums durch eine Oeffnung eines Pappenfchirms auf ein Brennglas von 9 Zoll Oeffnung fallen liefs, ftieg ein Thermometer im Brennpunkte innerhalb 1 Minute um 112° F.

Verfuch 14. *Brechung der Wärme eines roth glühenden Eifenftabes.* Ein aus einer Eifenluppe gefchmiedeter Cylinder, $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeffer und eben fo hoch, wurde roth glühend auf eine eiferne Handhabe, die einen hölzernen Fufs hatte, gefteckt,

und 2,8 Z. von der Linſe, die in Verſuch 12 gebraucht wurde, entfernt. Nicht weit vor der Linſe ſtand wiederum ein hölzerner Schirm, in den ein rundes Loch, 1 Zoll im Durchmeſſer, eingeſchnitten war, und in den Vereinigungspunkt der Strahlen hinter der Linſe ein Thermometer; ein zweites dicht daneben, nur 0,3 Zoll vom Vereinigungspunkte, in gleichem Abſtande von der Linſe, und noch dazu einer dünnern Stelle des Glaſes gegenüber. Nun wurden die Thermometer abwechſelnd gleiche Zeiten, (2 Minuten,) hindurch der Wirkung der Linſe ausgeſetzt, und davor geſchützt. Dabei veränderten zwar beide ihre Temperatur, allein das im Focus viel ſtärker, nämlich um $+ 6°$, $- 3°$, $+ 2°$, $- 2\frac{3}{4}°$, $+ 1\frac{1}{4}°$, indeſs das zweite daneben ſtehende ſich nur änderte um $+ 4°$, $- 2°$, $+ 1°$, $- 1\frac{1}{4}°$, $+ \frac{1}{2}°$. Um vollends alle Zweifel zu heben, wurde bei übrigens verändertem Apparate, ſtatt der Glaslinſe ein ebnes Glas angebracht, und dieſes abwechſelnd bedeckt und aufgedeckt; da denn beide Thermometer ſich ganz gleichmäſsig veränderten.

Verſuch 15. *Brechung der Wärme eines Küchenfeuers.* Das Brennglas aus Verſuch 13 wurde 3 Fuſs von dem auf einem breiten Roſte hell lodernden Feuer geſetzt und in den Vereinigungspunkt der Strahlen dahinter ein Thermometer. Ein zweites Thermometer ſtellte man in gleicher Entfernung vom Feuer hinter einen hölzernen Schirm. Nachdem beide Thermometer fortgenommen, zur Temperatur der Luft gebracht, und dann wieder hinge-

ſetzt waren, ſtieg das letztere in den erſten 7 Minuten um $3\frac{3}{4}$°, und blieb dann während der 32 folgenden Minuten, die der Verſuch dauerte, in dieſer Höhe unverändert ſtehn. Vor das erſte Thermometer wurde das Brennglas, wie die Linſe in Verſuch 12, abwechſelnd vorgedreht und davon weggedreht, und dieſes veränderte ſich dabei folgendermaſsen: es ſtieg in 9 Minuten um $9\frac{3}{4}$°; fiel in 5 Minuten in den nicht condenſirten Strahlen des Feuers um $2\frac{1}{4}$°; ſtieg dann in 10 Minuten um $1\frac{3}{4}$°; fiel in den folgenden $5\frac{1}{2}$ Minute um 3°; und ſtieg dann in $4\frac{1}{2}$ Minute wieder um $1\frac{1}{2}$°. So war dieſes Thermometer in 35 Minuten 5mahl durch Strahlen in die Höhe getrieben worden, welche vom Küchenfeuer ausgingen und denſelben Geſetzen der Brechung wie die Lichtſtrahlen unterworfen ſind.

Verſuch 16. *Brechung und Zurückwerſung der Wärme eines Küchenfeuers.* Ein Apparat mit einem Hohlſpiegel, einem Planſpiegel und einem Augenglaſe, einem Newtonſchen Reflector ähnlich, wurde auf ein Küchenfeuer gerichtet, und ein Thermometer in den Focus der Linſe, dicht daneben ein zweites, geſetzt. Als nun die Thermometer abwechſelnd der Wirkung der Linſe ausgeſetzt, und durch einen Schirm davor geſchützt wurden, ſtiegen und fielen ſie abwechſelnd, und zwar das im Focus immer mehr als das daneben ſtehende, gerade wie in Verſuch 14.

Verſuch 17. *Brechung der nicht-ſichtbaren Strahlen der Sonnenwärme.* Die eine Hälfte des in Verſuch

ſuch 13 gebrauchten Brennglaſes wurde, wie der Hohlſpiegel in Verſuch 8, bedeckt, und das prismatiſche Farbenſpectrum ſo auf dieſe Bedeckung aus Pappe geworfen, daſs das äuſserſte rothe Licht noch um 0,1 Zoll von dem mitten über das Glas fortgehenden Rande der Pappe abwärts, und mithin die nicht-ſichtbaren Strahlen auſserhalb des Farbenſpectrums auf den unbedeckten Theil der Linſe fielen. Die Kugel des einen Thermometers wurde im Brennpunkte der rothen Strahlen, oder vielmehr ein klein wenig darüber hinaus, und die des zweiten dicht daneben geſetzt. Während dieſes ſeinen Stand gar nicht änderte, ſtieg das im Brennpunkte um 45° F. binnen 1 Minute.

Verſuch 18. *Können die nicht-ſichtbaren Strahlen der Sonne durch Condenſirung ſichtbar gemacht werden?* Da ſich im vorigen Verſuche auf der Thermometerkugel ein wenig Roth zeigte, ſo verrückte Herſchel den ganzen Apparat ſo, daſs die äuſserſte Grenze des Roths 0,2 Zoll weit vom Rande der Pappe fiel. Nun zeigte ſich auf der Thermometerkugel keine Spur weiter von farbigem Teint oder Licht; und doch ſtieg das Thermometer im Focus um 21°, indeſs das dicht daneben ſtehende unverändert blieb. Das röthliche Licht im vorigen Verſuche ſcheint daher lediglich theils von der Abweichung wegen der Kugelgeſtalt, die bei einer Linſe von ſo groſser Oeffnung beträchtlich iſt, theils von der Schwierigkeit, in einer nicht vollkommen dunkeln Stube die Grenze des prismatiſchen Farben-

ſpectrums zu beſtimmen, und von der Verbreitung des farbigen Lichts wegen der Dicke des Prisma herzurühren.

Verſuch 19 und 20. *Brechung der nicht-ſichtbaren Ofenwärme.* Als in Verſuch 14 der roth glühende Eiſencylinder ſich ſo weit abgekühlt hatte, daſs er in einem verfinſterten Zimmer nicht den mindeſten Schein mehr von ſich gab, und die Glaslinſe achtmahl abwechſelnd vor die Oeffnung im Pappſchirme gedreht, und wieder fortgedreht wurde, und in dieſer Lage ſtets 2 Minuten lang blieb, veränderte das Thermometer im Focus der Linſe ſeinen Stand regelmäſsig, anfangs um 1°, zuletzt nur um ½°, und um ſo viel übertrafen die mittelſt der Linſe condenſirten Strahlen, die von ihr aufgehaltnen an Wärme.

Dieſer Verſuch wurde darauf ſo wiederhohlt, daſs man die Linſe während 8 Minuten abwechſelnd 1 Minute unbedeckt lieſs, dann wieder 1 Minute lang bedeckte, und ſo ferner, wobei das Thermometer im Vereinigungspunkte der Strahlen, allmählig, durch abwechſelndes gröſseres Steigen und geringeres Fallen, zu ſeinem höchſten Stande gelangte, und dann bei geringerm Steigen und gröſserm Fallen wieder von dieſer gröſsten Höhe herabſank. Ein zweites Thermometer wurde in einem Abſtande von ¾ Zoll ſeitwärts von dieſem geſtellt, ſo daſs es der directen Wirkung des erhitzten Eiſencylinders ausgeſetzt war, indem der Pappſchirm nicht bis dahin reichte; hier ſtieg es ununterbrochen, bis es den

höchſten Stand erreichte, und ſank dann eben ſo ununterbrochen. — Nach 8 Minuten wurde dieſes Thermometer dem im Vereinigungspunkte der Strahlen näher gerückt, ſo daſs es einen kleinen Antheil des nicht-ſichtbaren Wärmebildes, das dort entſtehn muſste, auffing. Nun wurde es gleichfalls durch das abwechſelnde Enthüllen und Bedecken der Linſe afficirt, doch weniger, als das Thermometer in der Achſe. Während 10 Minuten veränderte ſich das Thermometer in der Achſe, wie folgt: $-\frac{3}{4}$, $+\frac{1}{2}$, $-1\frac{1}{4}$, $+\frac{3}{4}$, -1, $+1$; dagegen das daneben ſtehende zweite Thermometer $-\frac{1}{4}$, $+\frac{1}{4}$, $-\frac{3}{4}$, $+\frac{1}{4}$, $-\frac{1}{2}$, $+\frac{3}{4}$. Alles dieſes, bemerkt Herſchel, beſtätigt die Brechung der Wärme mittelſt der Linſe ſo unläugbar, daſs man offenbar annehmen muſs, daſs vom heiſsen Eiſen gänzlich unſichtbare Strahlen ausgehn, die mit dem Vermögen zu wärmen begabt, und beſtimmten Geſetzen der Brechung unterworfen ſind, welche mit denen des Lichts ſehr nahe zuſammen ſtimmen.

Und ſo glaubt Herſchel die erſten drei Sätze ſeiner allgemeinen Ueberſicht hinreichend bewieſen zu haben.

Die Aehnlichkeit zwiſchen Licht und Wärme in den bisher unterſuchten Punkten, der Strahlung, der Zurückwerfung und der Brechung, ſpringt in die Augen. Bei den folgenden zeigen dagegen die Lichtſtrahlen und die Wärmeſtrahlen eine ſo auffallende und weſentliche Verſchiedenheit, daſs es die

Frage ſeyn wird, ob ſich beide in der That als Wirkungen einer und derſelben Urſache denken laſſen.

Was zuerſt die *verſchiedne Brechbarkeit* beider Strahlenarten betrifft, ſo zeigen die Verſuche mit dem Prisma in ihnen zwar eine groſse Uebereinſtimmung, zugleich aber doch auch eine weſentliche Verſchiedenheit, da die Wärmeſtrahlen über einen weit gröſsern Raum als die Lichtſtrahlen zerſtreut werden. Um ſich dieſes deſto beſſer zu veranſchaulichen, ſey *GQ*, (Taf. II, Fig. 4,) die Länge eines *Lichtſpectrums*, nach dem Verhältniſſe der Farben, wie Newton ihre Ausdehnung angiebt, eingetheilt. Die ſenkrechten Ordinaten ſind im Verhältniſſe der erleuchtenden Kraft der einzelnen farbigen Strahlen genommen, wie ich ſie aus meinen Verſuchen, (*Annalen*, VII, 141,) gefunden habe, wobei ich die gröſste Ordinate *LR*, die zwiſchen Gelb und Grün liegt, willkührlich zu $\frac{27}{33}$ der Länge des Lichtſpectrums *GQ* genommen habe. — Nun finde ich aus meinen Verſuchen, daſs nach der Brechung, die Länge welche die nicht-ſichtbaren Sonnenſtrahlen einnehmen, zur Länge des ſichtbaren prismatiſchen Spectrums, ſich wie 2 : 3, oder beſſer wie $2\frac{1}{4} : 3$ verhält. Folglich verhält ſich der ganze Raum, den die gebrochnen Wärmeſtrahlen einnehmen, den wir das *Wärmeſpectrum* nennen können, zur Ausdehnung des Lichtſpectrums, wie $5\frac{1}{4} : 3$, in welchem Verhältniſſe *AQ* : *GQ* genommen iſt. Bezeichnet man nun das Maximum der Wärme durch eine eben ſo groſse rechtwinklige

Ordinate *GS*, als zuvor das Maximum der Erleuchtung, und nimmt die übrigen Ordinaten im Verhältnisse der Thermometerstände an den verschiedenen Stellen des Wärmespectrums, (*Ann.*, VII, 140;) so erhält man eine Curve *ASQ*, welche die Wärme-Intensitäten gerade so, wie die Curve *GRQ* die Licht-Intensitäten im prismatischen Spectrum vorstellt. Aus der Ansicht beider wird man am besten gewahr, wie sehr verschieden das Prisma die Wärmestrahlen und die erleuchtenden Strahlen zerstreut. Weder die mittlere Brechbarkeit, noch die gröſste, fällt in beiden zusammen, und in *R*, wo die gröſste Erleuchtung ist, ist nur wenig Wärme, so wie in *S*, an den Ort der gröſsten Wärme, gar kein Licht hinfällt.

Versuch 21. *Der Sinus des Brechungswinkels der Wärmestrahlen steht zum Sinus ihres Einfallswinkels in einem constanten Verhältnisse.* Ich setzte zwei Thermometer, eins ½, das andere 1 Zoll von der äuſsersten Grenze des rothen Lichts in das Wärmespectrum eines Prisma, ein drittes zur Seite auſserhalb des Spectrums. Die beiden ersten stiegen und zeigten dieselbe Temperatur-Verschiedenheit, als in meinen frühern Versuchen. (*Ann.*, VII, 141.) Dieses fand gleichmäſsig bei Prismen von verschiednen brechenden Winkeln, aus verschiednen Glasarten und aus Wasser statt. Da nun der nicht-sichtbare Theil des Spectrums immer einerlei Lage gegen den sichtbaren behielt, so muſs er in seiner Brechung demselben wohlbekannten Gesetze wie der sichtbare Theil unterworfen seyn.

Versuch 22. *Wiedervereinigung auseinander gebrochner Wärmestrahlen, durch entgegengesetzte Brechung in einem andern Mittel.* Als zwischen zwei Prismen von Krownglas mit überwärts gekehrten brechenden Winkeln von 25° und 10° ein drittes Prisma aus Flintglas mit einem unterwärts gekehrten brechenden Winkel von 24° gelegt wurde, gaben alle 3 ein fast farbenloses Spectrum. Ein Thermometer stieg in der Mitte dieses Spectrums um 2°, dagegen an den Enden des Spectrums gar nicht; ein Zeichen, daſs der verschiednen Brechbarkeit der Wärmestrahlen, gerade so wie der der farbigen Strahlen, durch Prismen abgeholfen werden kann, welches zur Bestätigung der Aussage in Vers. 21 dient.

Versuch 23. *In Brenngläsern haben die Wärmestrahlen einen andern Focus als die Lichtstrahlen.* Die Oeffnung eines Brennglases, worauf die Sonnenstrahlen senkrecht fielen, wurde bis auf 3 Zoll verringert, um die Abirrung wegen der Kugelgestalt unmerkbar zu machen. Der Vereinigungspunkt der Lichtstrahlen wurde mittelst Haarpuders sichtbar gemacht, den man aus einem Puderquaste umher gestäubt hatte. Ein Stückchen Siegellack, das man 4 Schläge eines Chronometers über, oder 1",6 lang in den Strahlenkegel ½ Zoll vom Focus ab nach der Linse zu hielt, zeigte keine Veränderung. Als ich es aber ½ Zoll über den Focus hinaus in der Strahlenkegel hielt, war es nach 2 Chronometerschlägen, oder in 0,8 Sekunden schon an der Oberfläche sichtlich verbrannt. Im Lichtfocus selbst litt es in

gleicher Zeit dieſelbe Veränderung. Der wenigen Genauigkeit eines ſolchen Verſuchs ungeachtet, ſcheint er doch zu beweiſen, daſs der Wärmefocus weiter von der Linſe abliegt, als der Lichtfocus, und zwar wohl nicht um weniger als $\frac{1}{4}$ Zoll, da die Wärme im Lichtfocus und $\frac{1}{4}$ Zoll darüber hinaus gleich iſt. *)

*) Nun folgen die Verſuche über den Licht- und Wärmeverluſt beim Durchgange der Lichtſtrahlen und der Wärmeſtrahlen durch allerlei gefärbte Gläſer und andere durchſichtige Mittel, aus welchen Herſchel ſchlieſst, daſs, da in ihnen der Verluſt an Licht und Wärme in keinem beſtändigen Verhältniſſe zu einander ſtehn, beide Strahlenarten verſchiednen Verwandtſchaftsgeſetzen unterworfen, und mithin beide *ihrer Natur nach verſchieden* ſeyn müſſen, ſo groſs auch ſonſt ihre Aehnlichkeit beim Brechen und Zurückwerfen iſt; Verſuche, welche den gröſsten Theil der vierten Abhandlung Herſchel's, (*Philoſ. Transact.*, 1800, P. 3, No. 19, p. 437.) einnehmen, die ich aber übergehe, da man, (man ſehe den nächſten Auſſatz,) ihren Werth für die Phyſik nicht mit Unrecht zu bezweifeln ſcheint. *d. H.*

VII.

VERSUCHE

über Licht und Wärme, fammt einer Kritik der Herfchelfchen Unterfuchungen über diefe Gegenftände,

von

JOHN LESLIE. *)

London den 9ten Oct. 1800.

In der Beforgnifs, die Autorität eines berühmten Namens möchte Meinungen Glauben verfchaffen, von denen ich völlig überzeugt bin, dafs fie ungegründet find, halte ich mich für verpflichtet, gegen fie aufzutreten, und um fo unbedenklicher zu behaupten, dafs Herfchel's Hauptfatz auf trüglichen Beobachtungen beruht, da ich mich lange mit ähnlichen Unterfuchungen mit Hülfe eines Inftruments befchäftigt habe, welches eine ohne daffelbe nicht zu erreichende Präcifion gewährt. Man wird finden, dafs diefer gefchickte Aftronom in den ihm neuen Unterfuchungen fich weder eines hinlänglich feinen

*) Zufammengezogen aus zwei Briefen Leslie's in Nicholfon's *Journal*, Vol. 4, pag. 344 und p. 416. Der erfte diefer Briefe bezieht fich auf die beiden frühern Abhandlungen Herfchel's in den *Annalen*, 1801, VII, 137, der zweite auf die beiden letztern Herfchelfchen Abhandlungen im vorhergehenden Auffatze. *d. H.*

und empfindlichen Apparats bedient, noch gegen die zahlreichen und verborgnen Quellen von Irrthum hinreichend verwahrt hat, und wie leicht Männer von Talent in Gegenständen der Erfahrung sich missverstehn, besonders wenn sie sich über Analogie und anerkannte Thatsachen wegsetzen.

Schon in der Beschreibung meines *Photometers* *) habe ich mit wenigen Worten die optischen und chemischen Untersuchungen erwähnt, für die es durch seine ausserordentliche Empfindlichkeit vorzüglich geeignet ist, ohne mich dort auf das Detail und die Resultate meiner Versuche einzulassen, welche ich einem eignen Werke vorbehielt, an dem ich schon seit mehrern Jahren sammlte, und das ich von Jahr zu Jahr verschob, theils um meine Ansichten mehr zu erweitern und zu berichtigen, theils vielleicht aus einer gewissen Gleichgültigkeit gegen die Stimme des Publikums, die, in unserm Lande wenigstens, notorisch knechtisch und unüberlegt ist. Auch jetzt werde ich mich nicht auf mehr einlassen, als was unmittelbar zum Gegenstande der Untersuchung gehört.

Eine der ersten Untersuchungen, an die ich mich mit meinem Photometer machte, war, die relative Intensität verschiedner Farben mittelst ihrer Wirkungen auf Wärme zu bestimmen, welches zwar schon Franklin, Watson und andere, doch

*) Vergl. *Annalen der Physik*, V, 235, 254, und den folgenden Aufsatz. *d. H.*

auf eine viel zu rohe Art, verſucht hatten. Ich übermahlte zu dem Ende die abſorbirenden Kugeln zweier Photometer mit Waſſerfarben, und ſtellte, nachdem dieſe getrocknet waren, beide ſo neben einander, daſs ſie ein ſtetiges und gleichförmiges Licht erhielten, ohne von den zerſtreuten Strahlen des Himmels oder unmittelbar von der Sonne getroffen zu werden. Aus der Veränderung beider Photometerſtände ergab ſich das Verhältniſs der Lichtabſorption beider Farben, mithin auch das Verhältniſs ihres Vermögens, das Licht zurück zu werfen. Statt der Pigmente wurde zu vielen gefärbtes Seidenzeug genommen. War die Wirkung zweier Farben ſehr nahe dieſelbe, ſo bediente ich mich, um ihren Unterſchied ſichtbarer zu machen, eines Photometers, deſſen Kugeln gröſser als die gewöhnlichen waren, in einerlei Niveau ſtanden, und nach entgegengeſetzter Seite umgebogen waren; das Glasgehäuſe hatte die Geſtalt eines auf einem Cylinder ſtehenden Kugelſegments, gröſser als die Halbkugel. Wurden beide einander entgegen wirkende Kugeln mit den nahe auf gleiche Art wirkenden Farben überzogen, ſo zeigte ſich hier leicht der Unterſchied ihres Abſorptionsvermögens.

Dieſe Verſuche wurden auch dahin abgeändert, daſs ich die Sonnenſtrahlen unter einem beſtimmten Winkel auf farbige Flächen fallen lieſs, von denen ſie auf die dunkle Kugel eines Photometers zurückgeworfen wurden. Hierbei überraſchte mich die lebhafte Zurückwerfung vom *Roth*, die kaum der

von weiſsen Flächen nachſtand. *Blau*, und demnächſt *Grün*, reflectirten die geringſte Menge Licht. Es erklärten ſich hieraus mehrere Umſtände beim Gebrauche des Photometers. Den Strahlen der Sonne ausgeſetzt, ſteigt es in unſern Klimaten während der Sommermonate zu Mittage auf 100°; wird es gegen die directen Sonnenſtrahlen geſchützt, ſo ſteht es dann, wenn der Himmel mit fleckigen Wolken bedeckt iſt, gemeiniglich auf 70 oder 80°; dagegen bei heiterm azurblauen Himmel nur auf 10 bis 15°. Auf den Gipfeln hoher Berge möchte die Sonne noch glänzender ſeyn, dagegen das Himmelsgewölbe, das dort dunkler blau ſcheint, ein verhältniſsmäſsig ſchwächeres Licht verbreiten. Der *rothe* Glanz eines Feuers wirkt drei- bis viermahl ſtärker auf das Photometer als die Flamme eines Lichts, wenn beide gleiche ſcheinbare Gröſse hatten. Selbſt die Sprache, dieſe groſse Urkunde menſchlichen Denkens und Empfindens, beſtätigt dieſe Beobachtungen. Roth und Orange werden *warme* Tinten genannt; wir bewundern das *Brennende*, (*the glow*,) der italiäniſchen Landſchaften; das Scharlachroth iſt nach der gemeinen Empfindung glänzend und ſchreiend, das Grün ſanft, das Blau matt; und der angenehme Eindruck, den das Grün auf uns macht, unabhängig von der Ideenaſſociation mit Raſenflächen und Vegetation, iſt unſtreitig daraus zu erklären, daſs das Grün den dunkeln und abſorbirenden Schatten näher verwandt

ist, und minder intensives Licht wohlthätiger als Ueberfluss an Licht auf das Auge wirkt.

Bei einem flüchtigen Versuche im October 1797 zeigten die farbigen Räume des prismatischen Spectrums ähnliche Eigenschaften. Dieses sollte im nächstfolgenden Sommer genauer untersucht werden; allein, theils hinderte mich die Beschaffenheit unsers Himmels, der sich zu Mittag selten wolkenfrei, und ist dieses der Fall, doch fast immer wie mit einem Milchflore umgeben zeigt, welches dergleichen Versuche gar sehr erschwert, theils kam eine Reise durch das nördliche Europa dazwischen, so dass ich erst im vorigen Sommer wirklich dazu kam. Hinter einen horizontalen Einschnitt in dem Fensterladen wurde ein treffliches Prisma aus Flintglas so befestigt, dass es die gröfste Farbenzerstreuung bewirkte. Ein 2 bis 3 Zoll langer Arm, der sich längs einer langen, mit einem Fusse versehenen Latte herauf und herab bewegen liess, trug das Photometer, und zugleich wenige Zoll davor einen kleinen beweglichen Schirm, der sich so stellen liess, dass er alle farbigen Strahlen, bis auf die zu untersuchenden, auffing. Das Photometer wurde gewöhnlich 2 Fuss vom Fenster gestellt, und von den neben dem Prisma einfallenden Strahlen hinlänglich erleuchtet, um den Stand desselben wahrnehmen zu können. Wenn man die Farbe über die schwarze Kugel sich hinbewegen liess, pflegte es in 2 bis 3 Minuten seinen Stand gehörig anzunehmen. Photometer von beiden Constructionen wurden mit

gleichem Erfolge gebraucht, und die Verſuche oft wiederhohlt. Aus ihnen erhellt im Mittel, daſs, wenn man das Farbenſpectrum in 4 gleiche Theile abtheilt, den blauen, grünen, gelben und rothen, die dieſen entſprechenden Intenſitäten, oder Maaſse von Wärmewirkung, 1, 4, 9, 16 Grade ſind, weshalb dieſe Intenſitäten ſich durch eine Parabel ausdrücken laſſen, die auf die Tangente im Scheitelpunkte, als Abſciſſenlinie, bezogen wird, wie Taf. II, Fig. 6, zeigt. Daraus kann man eine Menge artiger Sätze ableiten: z. B. daſs die Intenſität der durch das Prisma aus Flintglas abgeſonderten rothen Strahlen dreimahl gröſser iſt, als die des zuſammengeſetzten weiſsen Strahls, indem der die Parabel ergänzende Raum $\frac{1}{3}$ des circumſcribirten Rechtecks iſt; daſs die blauen Strahlen mehr als 5mahl ſchwächer als die weiſsen ſind; u. ſ. w. Ein Prisma aus einer andern Glasart könnte alles dieſes jedoch etwas anders geben, wenn es eine vom Flintglaſe verſchiedne Farbenzerſtreuung hat. *)

*) Die achromatiſchen Fernröhre geben einen entſcheidenden Beweis, daſs Brechbarkeit keine weſentliche Eigenſchaft der Lichttheilchen iſt, ſondern von ihrem eigentlichen Verhältniſſe oder ihrer Verwandtſchaft zum brechenden Mittel abhängt. In was für einem Verhältniſſe die verſchiednen Strahlen in den Sonnenſtrahl eingehn, iſt noch nicht beſtimmt, und es läſst ſich auch die Art nicht abſehn, wie dieſes ſo leicht geſchehn könnte. Es verdient bemerkt zu werden,

Während ich mich in Fifeſhire mit dieſen Beobachtungen beſchäftigte, hörte ich etwas Unbeſtimmtes von der der Londner Societät mitgetheilten Abhandlung Herſchel's, und prüfte ſogleich die vorgeblichen Facta, mittelſt eines Photometers, welches ich dicht neben das Farbenſpectrum ſtellte. Allein ungeachtet es bis dicht an die Grenze der farbigen Strahlen gerückt wurde, *ſo zeigte ſich doch weder über, noch unter, noch neben dem Farben-*

daſs Alles, was in Newton's optiſchen Entdeckungen von Werth iſt, von ihm ſchon früh angekündigt wurde, aber ſo viel Widerſpruch und Gleichgültigkeit fand, daſs ihm die Luſt benommen wurde, ſeine Ideen umſtändlich bekannt zu machen. Erſt am Ende ſeines Lebens nahm er dieſe Materie wieder auf, als ſein Geiſt ſchon von Altersſchwäche niedergedrückt wurde, und er auch ſeine apokalyptiſchen und ähnliche Schriften entwarf, die mit nicht geringerm Beifalle aufgenommen wurden. Hätte er ſeine Optik in einer frühern und glücklichern Lebensperiode geſchrieben, ſo würde ſie ſicher nüchterner und mehr correkt ſeyn. Die ſiebenſache und muſikaliſche Eintheilung des prismatiſchen Farbenſpectrums iſt ohne Grund, und ein Beweis des damahligen Hanges zum Myſticismus. Es iſt gleich ſonderbar und ärgerlich, noch immer die Theile dieſes Syſtems, welche den meiſten Einwürfen ausgeſetzt, und durch die Theorie der achromatiſchen Fernröhre geradehin widerlegt ſind, in populären Büchern wiederhohlt, und ſelbſt von Schriftſtellern eines höhern Ranges aufgenommen zu ſehn. *L.*

ſpectrum die mindeſte Wirkung, obſchon dieſes Inſtrument die beſten Thermometer an Empfindlichkeit und Regelmäſsigkeit weit übertrifft. Wie zu erwarten war, äuſserte ſich hier eben ſo wenig eine Wirkung auf die feinſten Thermometer von verſchiedner Conſtruction, mit geſchwärzten oder durchſichtigen Kugeln, die bis auf Zehntelgrade eingetheilt waren. Hierbei zeigte ſich ein Umſtand, der, überſehn, zu groſsen Irrthümern führen kann. Läſst man das Farbenſpectrum auf das Geſtell fallen, ſo wird das Inſtrument, dieſer Stelle genähert, merklich afficirt, welches theils dem reflectirten Lichte, theils, und zwar vorzüglich, der Einwirkung der Wärme auf die Luft über der erleuchteten Fläche zuzuſchreiben iſt. Die Temperatur einer unvollkommen leitenden Ebene, wie Holz oder Pappe, muſs durch dieſen Zufluſs von Licht ungefähr 4mahl mehr, als die einer geſchwärzten Thermometerkugel, erhöht werden, da dieſe nur ſo viel Licht, als ein gröſster Kreis der Kugel, erhält, während die ganze viermahl gröſsere Oberfläche der Kugel von der kühlenden Luft berührt wird. Doch haben hierauf noch andere Umſtände Einfluſs. So wird in jedem Falle, wo das Inſtrument nicht völlig iſolirt, und von allen feſten Körpern, welche Licht zurückhalten, entfernt iſt, der Verſuch geſtört, ſo daſs es unter ſolchen Umſtänden, beſonders in einem kleinen Zimmer, kaum einmahl möglich iſt, eine gleichförmige Temperatur zu behalten.

Dieses kann uns zum Schlüssel zu Dr. Herschel's *Mißsgriffen* dienen. Das erste, was einigen Argwohn erweckt, sind die großsen Veränderungen seiner Thermometer unter dem prismatischen Farbenbilde, welche der des vollen Sonnenstrahls kaum nachstehn. Um die prismatischen Farben hinlänglich geschieden zu erhalten, muss der Sonnenstrahl wenigstens zu einer zehnmahl größsern Breite aus einander gebrochen werden, und es läfst sich nicht denken, dafs so sehr verdünnte Strahlen eine so beträchtliche Wirkung hervorbringen sollten. In der That wurden auch nach Herschel kleinere Thermometer minder afficirt. War die Wirkung lediglich einem Zuflusse von Licht zuzuschreiben, so konnte aber offenbar die Gröſse der Thermometerkugel darauf keinen Einfluſs haben, da in eben dem Verhältnisse, worin die kleinern Thermometerkugeln den Strahlen eine kleinere Fläche darbieten, sie auch mit der kühlenden Luft in weniger Berührung sind. *) Schon die langsame Progression in der Erwärmung vom Violett zum Roth, welche Herschel fand, verglichen mit der in meinen Versuchen, scheint die Mitwirkung eines äufsern Einflusses darzuthun. Ueberdies empfängt eine geschwärzte Thermometerkugel die volle Wir-

kung

*) Was Herschel von gröſserer Abkühlung der kleinern, mittelst aufsteigender Luftströme, *Ann.*, 1801, VII, 140, bemerkt, miſsversteht Leslie, und übergehe ich. *d. H.*

kung meist schon in 1 bis 2 Minuten; **Herschel's** Thermometer scheinen sie aber erst in 10 bis 13 Minuten angenommen zu haben, welches gar sehr auf die Einmischung anderer Materien deutet, bei denen eine längere Absorption und grösere Anhäufung von Wärme, als in einer Quecksilberkugel statt finden. In der That nehme ich keinen Anstand, dem Tischchen, worauf die Thermometer gesetzt wurden, (*Annalen*, 1801, VII, 143,) die Störung in den Herschelschen Versuchen vorzüglich zuzuschreiben. Sie erhielten zwar nur einen Theil des Lichts, musten aber dadurch, wie vorhin gezeigt ist, viermahl stärker als eine Thermometerkugel erwärmt werden, und sie theilten ihre Wärme der darüber stehenden Luftschicht mit.

Dieselben Bemerkungen leiten uns auf den Ursprung des Irrthums, auf welchem die paradoxe Vorstellung von *nicht-sichtlichem, brechbaren Lichte* beruht. Kaum liese sich eine Art, die Versuche anzustellen, erdenken, die mehrern Einwendungen ausgesetzt wäre, als die, welche **Herschel** befolgte. Er befestigte das Prisma mit dem brechenden Winkel aufwärts, um das Farbenbild auf ein mit weissem Papiere überzognes Tischchen herab zu werfen, und setzte das Thermometer ein wenig ausserhalb der Grenze des rothen Lichts dicht über das Tischchen. *) Kein Wunder, dass in dieser Lage die Thermometerkugel merklich afficirt wur-

*) Man vergl. *Annal.*, 1801, VII, Taf. IV. *d. H.*

de, da ſie ſich in einer erwärmten Atmoſphäre befand, die ſich bis auf eine gewiſſe Weite über den erleuchteten Raum hinaus erſtreckt, ferner eine beträchtliche Menge der farbigen Strahlen auf ſie vom Papiere zurückgeworfen werden muſste, und endlich die Kugel ſich gerade in der über dem Tiſche erwärmten, aufſteigenden Luft befand. Sehr möglich, daſs dieſe vereinte Wirkung gröſser ausfiel, als wenn man die Kugel geradezu den rothen Strahlen ausſetzte, indem ſie dann die Strahlen auffing, welche an dem darunter befindlichen Holze die erhöhte Wärme angehäuft hatten. Aber warum ſetzt Herſchel das *Maximum* des nicht-ſichtbaren Lichts auf ½ Zoll jenſeits der Grenze des Roths? Bewegt auch dieſes Licht ſich nach geraden Linien? Divergirt es unter einem gewiſſen Winkel, oder hat es verſchiedne Grade von Brechbarkeit? Alle dieſe Fragen müſsten beantwortet werden. Und was hat endlich eine *nicht-ſichtbare* Materie mit der eigenthümlichen Structur der Oberflächen, welche Schwarz oder Weiſs begründet, zu thun?

Sollte dieſe umſtändliche Kritik noch Zweifel übrig laſſen, ſo würde das ganze Gebäude durch folgende einzige Thatſache vollends über den Haufen geworfen. Geſetzt, es habe mit ſolchen *nicht-ſichtbaren Wärmeſtrahlen* ſeine Richtigkeit, ſo würde der gröſste Effect eines Brennglaſes nicht im Focus deſſelben, ſondern eine merkliche Weite darüber hinaus ſtatt haben, und das Loch, welches es in ſchwarzes Tuch einbrennt, würde ſich nicht

auf das fichtbare Sonnenbild befchränken, fondern rings umher darüber hinausgehn, und mehr als den doppelten Durchmeffer haben.

Da diefer Auffatz fchon allzu lang ift, fo laffe ich mich nicht auf die Widerlegung einiger dunkler und wortreicher Argumente ein, womit Herfchel feine Sätze unterftützt, und die mir gegen die Logik und die erften Gründe der Dynamik zu verftofsen fcheinen. Die Hypothefe von nicht-fichtbarem Lichte ift übrigens nichts Neues. Scheele's ftrahlende Wärme und Pictet's ftrahlende Kälte leiteten darauf, und der verftorbne Dr. Hutton trug fie vor, oder nahm fie an. Die Thatfachen, auf welche man fie gründete, laffen fich indefs aus den bekannten Lehren genügend erklären; fie befteht nicht mit einer genauen Metaphyfik; und nicht-fichtbarem Lichte eine Brechbarkeit zuzufchreiben, überfchreitet alle Grenzen der Wahrfcheinlichkeit. Jene Hypothefe war bis auf einen gewiffen Grad plaufibel und anlockend. Die kleine Verbefferung, dem nicht-fichtbaren Lichte auch eine gewiffe Brechbarkeit beizulegen, löfte den Zauber, indem fie dadurch ungereimt wurde. Ift nicht das Auge felbft ein zufammengefetztes Prisma, und ift nicht der optifche Nerve in feiner Verbreitung fo eingerichtet, mittelft der durchfichtigen Feuchtigkeiten und Häute Eindrücke zu erhalten und die ihnen entfprechenden Senfationen zu erzeugen? Diefes find aber lediglich Senfationen von Licht. Die Empfindungen von Wärme find keiner Nervenklaffe ausfchliefs-

lich eigen: daher ist Brechbarkeit correlativ mit Sehen, und *nicht-sichtliches brechbares Licht* scheint eine *Contradictio in adiecto* zu seyn.

Schliesslich glaube ich Ihren Lesern zwei Werke von hohem Verdienste empfehlen zu müssen: Bouguer's *Traité d'Optique* und Lambert's *Photometria.* Das Publikum hat ein Recht, zu fordern, dass Schriftsteller ihre Vorgänger studiren. Wir müssen aus christlicher Liebe glauben, dass manche der neuesten Schriftsteller dieses mit den erwähnten trefflichen Werken nicht gethan haben, die sie manches unnützen Versuchs und manches Irrthums überhoben haben würden,

---

London den 17ten Nov. 1800.

Mit einigem Widerwillen nehme ich meine Kritik wieder auf, da mir, als ich das Vorige schrieb, die dritte Abhandlung Herschel's, (S. 68,) noch nicht bekannt war, und sie neue Schwierigkeiten oder vielmehr Trugschlüsse aufstellt. Die Arbeit des Kritisirens ist meist ein trauriger Zeitverlust, gleich mühevoll und unrühmlich, und indem ich Thatsachen und Schlüsse angreifen muss, für welche eine grosse Autorität spricht, laufe ich Gefahr, von manchem der Keckheit und Anmassung beschuldigt zu werden. Doch setze ich mich gern über alle Bedenklichkeiten weg, wenn, wie im gegenwärtigen Falle, durch Aufdeckung von Irrthümern eben so viel Verdienst um die Wissenschaft,

als durch neue Erfindungen zu erlangen ist. Glücklicher Weise bedarf es hierbei keiner weitläufigen Discussionen, da meine vorigen Einwürfe noch in ihrer ganzen Stärke bestehn, und ich keinen Grund finde, einen einzigen derselben zurückzunehmen oder zu verbessern.

Die fernern Herschelschen Versuche, (S. 70 f.,) enthalten wenig Eigenthümliches. Die meisten dienen, längst bewiesene und allgemein bekannte Thatsachen zu erhärten. — — Herschel beugt sich ehrfurchtsvoll vor der mystischen Zahl *sieben*, dem Sprösslinge der Astrologie. Das Licht besteht nicht blofs aus sieben einfachen Strahlen, sondern jeder Strahl hat auch sieben Eigenschaften; so auch der Wärmestrahl. Die Parallele zwischen sichtbaren und unsichtbaren Strahlen endigt mit einem sonderbaren Contraste, vermöge dessen, den gemeinen Vorurtheilen entgegen, Licht *nicht* Hitze, Hitze aber *wohl* Licht erzeugen kann. Von 20 umständlich mitgetheilten Versuchen haben es 16 gar nicht mit der streitigen Frage zu thun, sondern lediglich mit der Wärme von Lichtstrahlen, die im Brennpunkte eines Spiegels oder einer Glaslinse condensirt sind, oder mit der Wärme, die durch convergirende Reflexion von einer erhitzten Masse, oder von einer benachbarten leuchtenden Substanz angesammelt wird. In allem diesem sehe ich nichts Neues oder Beweisendes. Nur dafs es Herscheln beliebt, das Wort: Wärme, für Licht zu setzen, und diese leichte Verwechselung wirkt gleich einem ma-

gischen Zauber. Jede Eigenschaft der Lichtstrahlen kömmt seitdem ausschliesslich den unsichtbaren Wärmestrahlen zu, und wird so eine unmittelbare Stütze seiner Lieblingshypothese; ein Verfahren, welches keiner ernstlichen Widerlegung bedarf.

Versuch 7 und 8, in welchen die nicht sichtbaren Sonnenstrahlen zurückgeworfen und condensirt werden sollen, haben nichts Merkwürdiges als die Ueberschrift. Ich glaube hinlänglich dargethan zu haben, dass diese imaginären nicht-sichtbaren Sonnenstrahlen nichts anderes als die erwärmte Luft sind, welche einen erleuchteten Körper umgiebt; mithin muss auch diese Wärme, gleich aller andern, durch Zurückwerfung condensirt werden können. — Folgender einfache Umstand schien mir immer gegen die Anhänger der strahlenden Wärme entscheidend zu seyn. Es ist bekannt, dass Lichtstrahlen, die durch ein gleichförmiges Medium hindurchgehn, durch die heftigsten Bewegungen dieses Mittels nicht im mindesten in ihrem geradlinigen Gange gestört werden. Ganz anders verhält es sich mit der sogenannten strahlenden Wärme. Die Versuche, auf welchen sie beruht, gelingen bloss in einer zugemachten Stube und in sehr mässigen Entfernungen von der Quelle der Wärme. Offenbar muss also die wärmende Materie sich mittelst eines so schwachen Stosses rings umher verbreiten, dass sie in ihrem Durchgange durch die Luft gehemmt wird und durch zufällige Bewegung derselben in Unordnung geräth. Verbreitete sich die angebliche strahlende

Wärme mit einer Geschwindigkeit, welche mit der des Lichts, oder selbst nur der Kanonenkugel, irgend vergleichbar wäre, so würde sie auch in freier Luft ihren Gang genau beibehalten, und auch in ihr sich mittelst Hohlspiegel bis auf beliebige Weiten concentriren lassen. Da dieses nicht der Fall ist, so kann die wärmende Materie, worin sie auch bestehe, ihrer Natur nach schwerlich viel feiner, und in ihrer Verbreitung schwerlich viel schneller seyn, als die atmosphärische Luft.

Versuch 17, 18, 19, 20 sind die einzigen, welche eine genauere Prüfung verdienen, da sie für Herschel's paradoxe Meinung zu sprechen scheinen. In Versuch 17 wurde das prismatische Farbenspectrum auf einen Halbkreis von Pappe, der eine Glaslinse zur Hälfte bedeckte, so geworfen, dass lediglich die *nicht-sichtbaren Strahlen*, welche über das Rothe hinaus liegen sollen, auf den unbedeckten Theil der Linse fielen; und hier gaben sie eine Wärme von 45°. Welche Sorgfalt und Genauigkeit auf diesen Versuch gewendet wurden, zeigt der Umstand, dass die Thermometerkugel in einem röthlichen Teint erschien; wodurch indess nur die Liebe zum Wunderbaren des Experimentators sich stärker entflammte, der nun in Ernst meinte, *unsichtbare* Strahlen möchten wohl durch Condensiren oder Zusammenhäufen *sichtbar* werden, ungefähr wie ein träumender Platoniker oder Visionär unsrer Tage die neue und wichtige Entdeckung ankündigte, durch Addition von *Nichts* entstehe

Etwas. Als der Verſuch mit etwas mehr Sorgfalt wiederhohlt wurde, fand ſich dieſes nicht, ſondern das Thermometer im Brennpunkte ſtieg jetzt nur um 21°, kaum halb ſo viel als zuvor. Wie hatte ſich denn aber der Experimentator verſichert, daſs Pappe *alles* darauf fallende Licht auffängt? Billig hätte man doch da, wo der Verſuch dienen ſoll, eine Meinung darzuthun, die unſern Begriffen ſo ſehr entgegen iſt, alle mögliche Vorſicht brauchen, und alle Umſtände auf das ſorgfältigſte prüfen müſſen. Herſchel verläſst ſich dagegen getroſt darauf, Pappe ſey ein vollkommnes Diaphragma; und hieraus mag man die Vorſicht, womit er ſeine Verſuche anſtellte, beurtheilen. — Gewöhnliches Schreibpapier läſst, meinen Verſuchen zufolge, die Hälfte des ganzen darauf fallenden Lichtkegels hindurch. Geſetzt, Herſchel's Pappe, (deren Art er auch nicht weiter anzeigt,) habe bloſs ein Sechstel der darauf fallenden Lichtſtrahlen hindurch gelaſſen, ſo reichten dieſe zu dem bemerkten Erfolge hin.

Verſuch 19, welcher die Brechung der nichtſichtbaren Wärme eines heiſsen Eiſenſtabes darthun ſoll, beweiſt gar nichts. Die Wärme deſſelben verbreitete ſich, indem er ſich abkühlte, durch die benachbarten Körper, und brachte ſo das Thermometer um 1 oder 2° zum Steigen. Daſs die Kugel, ſo oft ein kleiner Schirm davor geſetzt wurde, in ihrer Temperatur ſinken muſste, lieſs ſich ohne groſsen Scharfſinn vorherſehn, und bedurfte nicht erſt eines Verſuchs. In Verſuch 20, als ein zweites

Thermometer neben diesem hinter der Linse stand, stimmten beide in ihren Veränderungen, so oft der Schirm vor die Linse gebracht und wieder fortgenommen wurde, ziemlich überein. Ein Unterschied von etwa $\frac{1}{4}°$ im Stande beider, war doch wahrlich zu klein, um daraus etwas mit Sicherheit zu schliessen. Mit welchem Vertrauen stellt indess nicht Herschel seine übereilte Schlussfolge auf: „Alles dieses bestätige die Brechung der Wärme mittelst der Linse so unläugbar, dass man offenbar annehmen müsse, dass von heissem Eisen gänzlich unsichtbare Strahlen ausgehn, die mit dem Vermögen zu wärmen begabt, und bestimmten Gesetzen der Brechung unterworfen sind, welche mit denen des Lichts sehr nahe zusammen stimmen." Es ist fürwahr zu verwundern, wie man einmahl von einer Lieblingsidee eingenommen, sie bei jedem Schritte vor Augen hat, und sich martert, jeden noch so kleinen Schein in einen Beweisgrund dafür umzuwandeln.

In einem *vierten Aufsatze*, welchen Herschel der Londoner Societät vorgelesen hat, verfolgt er seine Materie mit gleicher einförmiger Weitschweifigkeit. Dieser Aufsatz besteht grösstentheils aus Versuchen über die *Lichtmenge, welche gefärbte Gläser durch sich hindurch lassen.* (Vergleiche Seite 68 und 87.) In physikalischer Hinsicht sind indess solche Versuche ohne Werth, wenn nicht alle Umstände aufs genaueste angegeben werden; und sie übersieht Herschel gänzlich. Die Dicke,

die Mischung der Gläser, und die Intensität ihres Schattens, (*Shade*,) sind dabei von wesentlichem Einflusse; die hindurch gelassnen Farben hätten, um ihre Tiefe zu bestimmen, mit der von Lambert Achard und Bürja verbesserten Farbenpyramide Mayer's verglichen werden müssen; und endlich war dabei auf die veränderliche Kraft der Sonnenstrahlen nach der Höhe der Sonne und dem Luftzustande, (besonders ihrer Feuchtigkeit,) Rücksicht zu nehmen, da ich in der Kraft des Sonnenlichts zu Mittag auf einander folgender Tage, bei anscheinend heiterm Himmel, sehr beträchtliche Unterschiede gefunden habe. Bei sehr hellen und sehr dunkeln Farben läfst sich der Grad ihrer Erleuchtung wohl sehr gröblich mit dem Auge schätzen; diese aber allgemein mit Präcision durch ihren Contrast im Auge bestimmen zu wollen, scheint unausführbar, wo nicht selbst ungereimt zu seyn. Wie genau kann auch wohl z.B. eine Vergleichung zwischen Grün und Roth ausfallen, die genau genommen, nicht minder heterogene Dinge als Geschmack und Geruch sind. Was die Schwierigkeit noch grösser macht, ist, dafs sich aus der Farbe des Mediums, durch welches das Licht geht, nicht immer auf die Farbe des hindurchgegangnen Lichts schliefsen läfst. So z. B. erscheint Sonnenlicht, das durch Pappe, Elfenbein oder weifses Email geht, je nachdem diese dicker sind, unter allen Nüancen von Gelb bis zum tiefen Roth. Doch, wollen wir auch diese Versuche Herschel's als durchaus genau annehmen,

ſo geben ſie doch nicht den mindeſten Beweis für ſeine oder irgend eine andere Hypotheſe.

In dieſem Schluſsauffatze verdient nur eine einzige Stelle Bemerkung. Herſchel will darin im voraus eine Folgerung entkräften, welche auch ich im Vorigen als einen unwiderlegbaren Einwurf gegen ſein Syſtem aufgeſtellt habe: daſs nämlich, dieſem Syſteme zufolge, ein *Brennglas* nicht im Lichtfocus, ſondern etwas dahinter, am ſtärkſten wirken müſſe. Herſchel ſtellte darüber einen Verſuch, (Verſuch 23, Seite 86,) an, in welchem dieſes in der That der Fall ſeyn ſollte, bemerkt jedoch dabei, und das ſehr mit Wahrheit, es ſey ein *ſchlechter* Verſuch. Der Leſer wird ſelbſt beurtheilen, welche Rückſicht er nach einem ſolchen Bekenntniſſe verdient. Iſt es wohl wahrſcheinlich, ja nur möglich, daſs ſo viele geſchickte Phyſiker, die ſich vor einem Jahrhundert mit Vervollkommnung der Brenngläſer und mit Verſuchen im Brennpunkte derſelben beſchäftigten, ein ſo leicht bemerkbares und am Tage liegendes Factum überſehn haben ſollten? Ueberhaupt ſchlüpft Herſchel gar leicht über die Hauptſachen weg, worauf es bei ſeiner Meinung ankam, und verweilt ſich mit kleinlicher Umſtändlichkeit bei Sachen, die jedermann bekannt ſind. Hätte er doch ſeinen Skepticismus bis auf ſeine eignen Verſuche und Meinungen ausgedehnt!

Ich ſchlieſse hiermit dieſe Controverſe, wie ich hoffe, für immer. Ohne Herſchel's Wahrhaftigkeit im mindeſten in Zweifel zu ziehn, glaube

ich gezeigt zu haben, daſs ſeine Behauptungen nicht bloſs mit allen unſern gemeinen, am beſten begründeten Begriffen, ſondern auch mit Beobachtungen, die unter beſondern Vortheilen angeſtellt wurden, in Widerſpruch ſtehn; daſs Herſchel's Verſuche ohne viel Ueberlegung unternommen, ohne Vorſicht ausgeführt, und in vieler Hinſicht ungenau ſind; daſs ſein Raiſonnement, ſo viel Kühnheit es auch athmet, noch mangelhafter iſt; daſs ſeine letzten Verſuche die gröſsten Schwächen bloſs geben, nimmt er dabei gleich einen ſehr zuverläſſigen Ton an; daſs bei weitem die meiſten derſelben in keinem Zuſammenhange mit der ſtreitigen Frage ſtehn, und damit lediglich durch eine ſophiſtiſche Namenverwechſelung verwebt werden, und daſs die wenigen, die ſich in der That darauf beziehn, von ſo dunkler und zweifelhafter Art ſind, daſs ſie keine Evidenz und Gewiſsheit zu geben vermögen. Alle zuſammen mögen eine Zeit lang gemeine Neugierde befriedigen, werden aber gewiſs ſehr bald in Vergeſſenheit ſinken. Es ſollte mir Leid thun, wenn ſich Dr. Herſchel durch meine Kritik beleidigt fände. Habe ich frei geſprochen, ſo geſchah es ſo, wie Ueberzeugung und Liebe zur Wahrheit es mir eingaben. Bloſse Autorität kann für die Wiſſenſchaft, läſst man ſie aufkommen, die traurigſten Folgen haben. Wie hinderlich war nicht ihren Fortſchritten das Anſehn, in welchem Ariſtoteles und Descartes ſtanden; ja, ſelbſt in einigen Punkten der ehrwürdige Name Newton's! Ich achte

Herschel's Talente, bewundere seine astronomischen Entdeckungen, und ich bin überzeugt, dass England bei seinem wissenschaftlichen Verfalle die Einfuhr fremden Genies bedarf, und sich dadurch ehrt, dass es dessen zweites Vaterland wird. Kann ich einige seiner neuesten Speculationen nicht gleichmäßig billigen; so bedenke ich, dass selten Männer ihre eignen Kräfte richtig zu schätzen wissen. Indem sie sich an neue Gegenstände wagen, vermögen sie nicht immer, sich die Kenntniss, Präcision und Vorsicht sogleich zu erwerben, welche nur die Frucht der Erfahrung und unermüdeter Anstrengung sind.

VIII.

VERGLEICHUNG

*des Leslieſchen Hygrometers *) mit dem Haar- und Steinhygrometer unter der Dunſtglocke, nebſt einem Vorſchlage zu Verbeſſerung jenes Thermo-Hygrometers,*

von

M. A. F. Lüdicke

in Meiſsen.

Da Herr Leslie, ſo viel ich weiſs, ſeine fortgeſetzten Beobachtungen noch nicht bekannt gemacht hat; ſo wird gegenwärtige Vergleichung nicht ganz überflüſſig ſeyn, welche ich mit ſeinem *erſten* Hygrometer oder dem doppelten Thermometer, (*An-*

*) Man ſehe: John Leslie's Beſchreibung eines Hygrometers, welches auf richtigern Grundſätzen als alle bisherigen beruht, und eines neuen Photometers, in den *Annalen der Phyſik*, V, 235 f. „Dieſer Aufſatz", (ſagt Herr Lüdicke in einem ſeiner Briefe,) „machte mich auf das neue Hygrometer ſehr aufmerkſam, und beſtimmte mich zu vielen Verſuchen, von denen ich, mit Unterdrückung der übrigen, nur diejenigen hier mittheile, welche die Brauchbarkeit und Güte des Inſtruments am überzeugendſten darthun. So viel ich es jetzt kenne, ziehe ich das doppelte Thermometer allen andern Hygrometern vor." *d. H.*

nalen, V, 242,) angeſtellt habe. Seinem *zweiten* Inſtrumente, welches ihm zugleich als Photometer dient, habe ich noch keine einigermaſsen ſichere Scale geben können, weil der Barometerſtand ſehr vielen Einfluſs auf daſſelbe hat. *) Zu jenem Hygrometer erwählte ich zwei Spiritus-Thermometer mit ſehr feinen Röhren, welche mit ſchwefelſaurer Indigoauflöſung gefüllt, und deren Grade ſo groſs waren, daſs jeder in 10 Theile getheilt werden konnte. Die Röhre des einen war in der Nähe der Kugel hinlänglich krumm gebogen, damit deſſen Kugel unter die Kugel des andern Thermometers gerichtet werden konnte. Beide Thermometer hatte ich in ſehr vielen Graden mit einem Queckſilber-Thermometer ſo wohl, als unter ſich ſelbſt verglichen; deſſen ungeachtet fanden ſich noch kleine Unterſchiede von 0,1 bis 0,2 Grad, welche, weil eine Röhre etwas feiner war, wohl der gröſsern Adhäſion der Flüſſigkeit an das Glas zuzuſchreiben iſt. Die untere Kugel an der krummen Röhre hatte ich mit feinem Druckpapiere belegt, und das gan-

*) Auch als Photometer iſt daher bis jetzt dieſes aus zwei Luftthermometern zuſammengeſetzte Werkzeug ſchwerlich zu empfehlen; vielleicht möchten zu dieſer Abſicht ebenfalls zwei übereinſtimmende Spiritus-Thermometer, wovon das eine mit ſehr reinem ungefärbten Weingeiſte, das andere aber mit ſehr dunkler oder wenig verdünnter Indigoauflöſung gefüllt iſt, vorzuziehn ſeyn. *L.*

ze Inſtrument war mit einem Fuſse verſehen, damit es unter die Dunſtglocke geſtellt werden konnte.

Das hierbei gebrauchte *Haarhygrometer* hatte die im 3ten Stücke des erſten Bandes der *Annalen* beſchriebne Einrichtung; der feuchte Punkt fiel in 33¾ Grad bei 14 Grad Wärme, und der trockne Punkt war ungefähr — 6.

Das *Steinhygrometer* war mit einem Steine von der 127ſten Steinſorte verſehen, deren Gang im 1ſten St. des 5ten Bandes der *Annalen* beſchrieben worden. Der feuchte Punkt fiel in den 46ſten Grad, und der trockne in 0. Das Queckſilber-Thermometer hatte die reaumüriſche Eintheilung.

Ich hätte gewünſcht, alle 5 Inſtrumente auf einmahl beobachten zu können; da aber die Glocke hierzu nicht weit genug war, ſo muſste ich mich mit 4 Inſtrumenten begnügen, und daſſelbe einmahl mit dem Haar-, ein anderes Mahl aber mit dem Steinhygrometer vergleichen. Bei dem Leslieſchen Hygrometer iſt No. 1 das Thermometer mit der geraden Röhre, und No. 2 das mit der krummen Röhre und mit belegter Kugel. Ehe die Kugel des letztern benetzt worden war, ein Paar Minuten vor der Bedeckung mit der Glocke, ſtanden beide Thermometer auf 15 Grad.

Erſte Tafel.

Zeit.		Ther-mom.	Haar-hygr.	Leslie. No. 1.	Leslie. No. 2	Unter-ſchied.
8 U.	30′	15	12	15	14	1
	35′	14½	23	14,5	13,2	1,3
	40′	14½	28½	14,5	13,2	1,3
	45′	14⅔	29⅓	14,7	13,3	1,4
	50′	15	30	15	13,5	1,5
	55′	15	30⅓	15	13,6	1,4
9		15	30½	15,2	13,8	1,4
	5′	15⅓	30½	15,2	13,8	1,4
	15′	15½	30⅔	15,6	14,2	1,4
	20′	15½	31	15,7	14,4	1,3
	30′	15¾	31⅓	15,9	14,7	1,2
	35′	15¾	31⅔	15,9	14,85	1,05
	40′	15¾	32	15,9	14,95	0,95
	50′	15¾	32½	15,9	15,	0,9
	55′	15¾	32⅔	15,8	15,	0,8
10		15½	33	15,7	14,95	0,75
	5′	15½	33	15,6	14,85	0,75
	10′	15½	33¼	15,5	14,75	0,75
	15′	15½	33¼	15,4	14,7	0,7
	20′	15¼	33¼	15,3	14,6	0,7
	25′	15	33¼	15,2	14,55	0,65
	30′	15	33¼	15,1	14,45	0,65
	35′	15	33¼	15,05	14,4	0,65
	45′	15	33½	15	14,35	0,65
	50′	15	33½	14,95	14,35	0,6
11		15	33¼	14,95	14,45	0,5
	5′	15	33	15	14,5	0,5
	10′	15	32⅔	15,05	14,55	0,5
	15′	15	32½	15,05	14,55	0,5
	20′	15	32½	15,1	14,6	0,5
	25′	15	33	15,2	14,7	0,5
	30′	15	33	15,2	14,7	0,5
	40′	15	33¼	15,2	14,7	0,5
12		15	33¼	15	14,5	0,5
	20′	14¾	33¼	14,8	14,35	0,45
	40′	14½	33½	14,5	14,2	0,3
1	10′	13⅔	33⅔	13,7	13,4	0,3
3		13¼	33	13,3	13,05	0,25
	30′	13	33	13,2	13,	0,2

Zeit.		Ther-mom.	Haar-hygr.	Leslie. No. 1.	Leslie. No. 2.	Unter-ſchied.
	45′′	13½	32¼	13,7	13,2	0,5
	50′	14	32	14	13,45	0,55
4 U.		14½	31⅞	14,6	14	0,6
	6′	15	31¾	15	14,4	0,6
	15′	15½	31⅔	15,6	15	0,6
	20′	15⅔	32	15,8	15,2	0,6
	30′	15⅔	32¼	15,8	15,4	0,4
	35′	15½	33¼	15,7	15,3	0,4
	40′	15⅓	33½	15,4	15,1	0,3
	45′	15	33⅔	15	14,75	0,25
	53′	14	33¾	14	13,75	0,25
8	30′	12½	33	12,5	12,3	0,2

Das Leslieſche Hygrometer zeigte alſo um 3 Uhr 30 Min. die höchſte Feuchtigkeit der Luft an; da das Haarhygrometer hingegen, wenn man die Wärme in Betrachtung zieht, den höchſten Punkt ſchon um 10 Uhr 10 Minuten, alſo 5 Stunden früher, erreicht hatte. Hieraus möchte folgen, daſs das Haar ſich zu zeitig mit Feuchtigkeit ſättige, und daſs daſſelbe ſchon geſättigt ſey, ehe die Luft ihren Sättigungspunkt erreicht habe.

Aus den nach 3 Uhr 30 Minuten zunehmenden Unterſchieden bei zunehmender Wärme, ergiebt ſich auch hier die bekannte Bemerkung, daſs ſich ein Theil des in der Luft aufgelöſten Waſſers, bei zunehmender Wärme, ſo mit der Luft vereinigen könne, daſs es nicht mehr auf den Feuchtigkeitsmeſſer wirkt.

Zweite Tafel.

Zeit.	Thermom.	Steinhygr.	Leslie. No. 1.	Leslie. No. 2.	Unterschied.
7 U. 32′	13	19	13,	12,4	0,8
45′	13½	20	12,4	11,4	1,0
55′	13	20	12,8	11,4	1,4
8 15′	13	22	13,1	11,8	1,3
30′	13	23	13,2	12,	1,2
45′	13	24	13,2	12,2	1,0
9	13	25	13,2	12,4	0,8
10 15′	12½	29	12,8	12,5	0,3
11 45′	12	33	12,3	12,05	0,25
12 45′	12	35½	12,45	12,2	0,25
3 45′	12	40	12,1	11,9	0,2
4 20′	12½	41	12,6	12,4	0,2
7 30′	12	44	12,2	12,1	0,1
10	11⅔	46	11,8	11,7	0,1

Da ich von 7½ bis 10 Uhr abgerufen wurde, so kann ich nicht genau die Zeit angeben, wenn der Stein den feuchten Punkt erreicht habe; jedoch kann dieses nicht eher als ungefähr um 8½ Uhr geschehen seyn. Solchemnach wäre dieser Stein viel langsamer, als andere Steine dieser Sorte gegangen, da er alle Feuchtigkeit, die er fassen konnte, erst in 13 Stunden angenommen hätte. Eine Ursache dieses langsamern Ganges ist gewiss die Wärme, deren Veränderung bei vorhergehender Reihe Beobachtungen 3¼, und bei dieser Reihe nur 1⅓ Grad betrug, weil die Luft selbst, nach Maassgabe des Leslieschen Hygrometers, ihren Sättigungspunkt um 5 Stunden später, als vorhin, erreichte.

Das Steinhygrometer erreicht zwar den höchsten Punkt der Feuchtigkeit um ungefähr 2 Stunden später, als das Thermo-Hygrometer, scheint aber

mit demſelben viel übereinſtimmender zu gehen, als das Haarhygrometer.

Das Thermo - Hygrometer, welches ich hier gebraucht habe, hat noch Unvollkommenheiten, welche deſſen Gebrauch ſehr erſchweren. Es läſst ſich nämlich als Spiritus - Thermometer in der hier erforderlichen Genauigkeit nicht mit Queckſilber-Thermometern vergleichen. Das Thermometer mit der belegten Kugel ſteht, wenn das Papier auch völlig trocken zu ſeyn ſcheint, um einige Zehntheile niedriger, als vorher. Die Feuchtigkeit in dem Papiere, welche in trockner Luft oft in einer halben Stunde und noch eher abdunſtet, kann bei aller Behutſamkeit wegen Annäherung der Hand ohne Aenderung des Thermometerſtandes nicht erſetzt werden, wenn auch das Waſſer genau die Temperatur der Luft haben ſollte. Ich ſchlage daher folgende Einrichtung vor, wie ich ſie Fig. 8, Taf. I, in dem vierten Theile ihrer Gröſse angegeben habe.

ab und *ce* ſind zwei feine Thermometerröhren, ungefähr 18 bis 20 Zoll lang, damit ſie 50 reaumüriſche Grade, 30 über 0, und 20 unter 0, enthalten, welche wenigſtens $\frac{1}{3}$ Zoll groſs ſind, um ſie in 10 Theile theilen zu können. Viel beſſer und deutlicher für das Auge wird es ſeyn, wenn man die Grade über $\frac{1}{2}$ Zoll groſs, und die Röhren über 25 Z. lang nehmen kann. Die Röhre *ce* iſt bei *e* krumm gebogen, und hat eine Kugel, welche, nachdem ſie gröſser, als nöthig, geblaſen worden, oben wieder eingezogen iſt, und alſo oben eine hohle Schale

bildet, welche das Abdunstungswasser aufnimmt. Die Scale des Thermometers *ab* ist auf ein hinteres Brett fest gemacht; und die Scale des Thermometers *ce* lässt sich auf diesem Brette zwischen der ersten Scale und der Leiste *fg* verschieben. Beide Thermometer werden mit Quecksilber gefüllt. Es müssen daher die Röhren von der feinsten Art, und die Kugeln grofs genug seyn, damit sie Grade von obiger Gröfse geben. Während der vergleichungsweisen Bestimmung beider Thermometer mit einem andern richtigen Thermometer wird die Scale *ee* so weit hinauf geschoben, bis die Schale der Kugel *d* die Kugel *b* einschliefst; bei dem Gebrauche aber wird die Scale so weit herunter geschoben, dafs der Raum zwischen beiden Kugeln etwa ¼ Zoll beträgt, worauf die Schale mit Wasser gefüllt wird. Da das in der Schale enthaltne Wasser kaum in einem halben Tage abdunstet, so wird man sie nur 2mahl des Tages anzufüllen nöthig haben.

XI.

Aus einem Schreiben des Herrn Dr. Benzenberg.

Hamburg den 27sten Nov. 1801.

Unsre Beobachtungen über die Sternschnuppen, (*Annalen*, IX, 370,) sind jetzt geschlossen. Das Wetter war sehr ungünstig; doch ist unsre Bemühung nicht ohne Erfolg geblieben, und hat uns correspondirende Beobachtungen verschafft, deren Resultate bei den sehr grossen Standlinien sehr genau seyn müssen. Herr Dr. Pottgiesser in Elberfeld hat uns treffliche Beobachtungen mitgetheilt; diese sind jetzt in Rechnung. — —

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1802, ZWEITES STÜCK.

I.

SCHREIBEN
des Herrn Dr. Martinus van Marum an Herrn Alex. Volta, Professor zu Pavia, über *die Versuche mit der electrischen Säule,*

welche er und der Prof. Pfaff *in dem Teylerschen Laboratorium zu Harlem im Nov.* 1801 *angestellt haben.* *)

Mein Herr!

Herr Pfaff, der auf seiner Rückreise von Paris nach Kiel den 8ten November hier eingetroffen ist, hat mir Ihren Brief vom 22sten October zugestellt, worin Sie mir den Vorschlag thun, mit ihm, mittelst der bekannten Apparate des Teylerschen Museums, einige Versuche im Grossen über die Me-

*) Aus der Handschrift des Hrn. Dr. van Marum übersetzt vom Herausgeber.

tall-Electricität der von Ihnen erfundnen Säule zu unternehmen, welche einige Physiker sehr uneigentlich eine *galvanische Säule* nennen. Ich habe mich dazu sogleich bereitwillig erklärt; Ihr Vorschlag war mir gerade in diesem Augenblicke um so angenehmer, da ich selbst seit einigen Tagen meine Untersuchungen über die Electricität Ihrer Säule nach einem Plane wieder aufgenommen hatte, den ich mir, einer von mir entworfnen *Theorie* Ihrer Säule gemäss, (welche ich auch Herrn Pfaff mittheilte,) vorgezeichnet hatte. Zwar war ich, nach dem, was ich selbst im Juli an einer Säule von grosser Oberfläche bemerkte, und was Sie mir in Ihrem Briefe vom 29sten August von Ihren Versuchen mitzutheilen die Güte gehabt haben, beinahe völlig überzeugt, dass die Wirksamkeit der Säule lediglich electrisch ist; doch wich meine Theorie dieser Wirkungen von der Ihrigen ab, welche mir Herr Pfaff, Ihrem Auftrage gemäss, mittheilte. Um mit den Apparaten, welche unter meiner Direction stehn, auch jetzt, wie bisher, so viel als möglich zur Beförderung der Wissenschaft beizutragen, lud ich Herrn Pfaff, nachdem ich mich von seinem Eifer und seiner Kenntniss überzeugt hatte, auf Ihre Empfehlung ein, hier einige Tage zuzubringen, um mit mir, mit Hülfe der Apparate des Teylerschen Museums, und durch Versuche, die wir so viel als möglich ins Grosse treiben wollten, Ihre und meine Theorie in allen Beziehungen zu prüfen. Wir haben zehn volle Tage hierauf zugebracht. Das Anfertigen

einiger neuen Apparate, welche wir für nöthig hielten, und ein anderer Umſtand, veranlaſsten eine Unterbrechung von 3 Tagen. Wir endigten unſre Verſuche am 20ſten; und da Herr Pfaff Tags darauf abreiſte, ſo eile ich, Ihnen ſogleich die Reſultate unſrer Unterſuchungen mitzutheilen.

Ich fange mit der Beſchreibung des Verſuchs an, den Sie mir vorzüglich empfohlen haben, d.h., mit der *Ladung einer ſehr groſsen Batterie durch eine einzige ſehr kurze Berührung mit der Säule.* Wir bedienten uns dazu eines Theils der groſsen Teylerſchen Batterie von 100 Flaſchen, jede zu $5\frac{1}{2}$ Quadratfuſs Belegung, welche Sie in der zweiten Fortſetzung meiner Verſuche mit der Teylerſchen Electriſirmaſchine beſchrieben finden. *) Da wir beſorgten, die Dicke des Glaſes, die im Durchſchnitte ungefähr 1 Linie beträgt, könne die Ladung durch eine Electricität von ſo geringer Spannung, (*tenſion,*) als die Ihrer Säule iſt, verhindern, ſo verſuchten wir zuerſt, eine einzige der Batterieflaſchen, und da dieſes vollkommen gelang, noch 25 andere, einzeln durch die Säule zu laden. Nur eine einzige lud ſich nicht gehörig, wahrſcheinlich weil ihr Glas zu dick war.

Von dieſen 25 Flaſchen, die ſich einzeln gehörig luden, verbanden wir zuerſt 4 zu einer Batterie. Unſre Säule beſtand aus 200 metalliſchen Platten-

*) *Seconde Continuation* etc., p. 194. — Auch in den *Annalen*, I, 68. *d. H.*

paaren, Silber, (holländischen 3-Guldenstücken, die ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser haben,) und Zink, und ihre Spannungen wurden durch ein sehr sorgfältig gearbeitetes Electrometer Bennet's untersucht, dessen Gang wir sehr regelmäfsig fanden. Eine einzige, noch so kurze Berührung reichte hin, um die Batterie von 4 Flaschen, mittelst der *ganzen Säule*, bis zu der nämlichen Spannung zu laden, welche die Säule hatte, und welche die Goldblättchen des Bennetschen Electrometers bis auf $\frac{5}{8}$ Zoll aus einander trieb. Wir setzten darauf eine Batterie von 9, dann von 16 Flaschen zusammen, und da beide gleichfalls durch eine einzige sehr kurze Berührung mit der Säule, bis zu einerlei Spannung mit ihr geladen wurden, vergröfserten wir die Batterie bis auf 25 Flaschen, welche zusammen $137\frac{1}{2}$ Quadratfufs Belegung enthielten. Auch hier reichte eine einzige möglichst kurze Berührung mit der Säule hin, sie genau bis zu derselben Spannung, welche die Goldblättchen des Electrometers um $\frac{5}{8}$ Zoll aus einander trieb, zu laden. — Da nach diesen Versuchen 25 Flaschen, jede von $5\frac{1}{2}$ Quadratfufs Belegung, sich gerade so, wie eine einzelne solche Flasche durch eine noch so kurze Berührung mit Ihrer Säule luden; so läfst sich kaum zweifeln, dafs dieses auch mit der ganzen Teylerschen Batterie von 550 Quadratfufs Belegung, der Fall seyn werde. Wir würden dieses auch in der That versucht haben, wenn uns nicht der grofse Zeitaufwand bei einem solchen Versuche in der jetzigen

Jahreszeit, wo die ganze Batterie in ein heizbares Zimmer hätte müſſen hinüber geſchafft werden, davon abgehalten hätte; um ſo mehr, da Herr Pfaff in einigen Tagen Harlem wieder verlaſſen muſste, und uns noch eine groſse Zahl von Verſuchen übrig war, die wir für wichtiger hielten. Liegt Ihnen indeſs etwas daran, daſs wir wirklich die ganze Teylerſche Batterie auf dieſe Art zu laden verſuchen, ſo bin ich gern dazu in einer ſchicklichern Jahreszeit erbötig.

Wir unterſuchten nun, wie unſre Batterie von $137\frac{1}{2}$ Quadratfuſs Belegung durch *Theile* derſelben Säule geladen werden würde. Es war zu dem Ende an die Zinkplatte jedes zwanzigſten Plattenpaars ein Häkchen angelöthet, an das wir den iſolirten Draht, mittelſt deſſen wir die Säule mit der Batterie in Berührung brachten, mit Bequemlichkeit anbringen konnten. Da erſt am 40ſten Plattenpaare, von unten herauf gerechnet, eine Divergenz des Benetſchen Electrometers beſtimmt wahrzunehmen war, (ſie betrug 1 Linie,) ſo war es hier, wo wir die Säule mit der Batterie auf die erwähnte Art zuerſt in eine augenblickliche Berührung ſetzten. Die Batterie fand ſich dadurch wieder bis zu derſelben Spannung wie die Säule, (von 1 Linie Divergenz,) geladen. Darauf wurde die Batterie mit dem 60ſten, 80ſten, 100ſten, 120ſten, 140ſten, 160ſten und 180ſten Plattenpaare auf einen Augenblick eben ſo in Verbindung geſetzt; und immer fand ſich die Batterie dadurch bis zu derſelben Spannung gela-

den, welche das Electrometer an dem Plattenpa:
zeigte, mit dem wir die Batterie in augenblicl
che Berührung gefetzt hatten.

Da in jedem der metallifchen Plattenpaare u
rer Säule, das Silber unten, der Zink oben lag,
hatte die Säule die *pofitive* Electricität oben, u
theilte diefe der innern Belegung der Batterie r
welches ftets mit den obern Enden der Theile
Säule, die wir anwandten, in Berührung gebra
wurde. Wir kehrten darauf die Säule um, fo
das Silber der einzelnen metallifchen Plattenpa
oben, der Zink unten war, und wiederhol
nun die vorigen Verfuche mit der ganzen Säule,
in verfchiednen Höhen derfelben. Au h fo wu
ftets die Batterie durch eine einzige Berührung
zu der Spannung des Plattenpaars, mit dem wi
in Verbindung gefetzt hatten, gebracht.

Wir fchritten nun zu den *Schlägen* oder den
fationen, welche die in verfchiednen Höhen
Säule geladne Batterie, beim Entladen bewirkt.
zu bedienten wir uns zweier Leiter aus Ku
2 Zoll im Durchmeffer, die wir mit angefeuc
ten Händen falsten. Als die Batterie am 2c
Plattenpaare geladen war, empfanden wir den
bergang des Stroms aus dem Leiter in die Hand
aus der Hand in den Leiter fehr deutlich. I
Freund van den Ende, der hier wohnt und
fehr eifrig mit Phyfik befchäftigt, fühlte den St
bis in die Handwurzel. Als die Batterie ferner
40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 und

Plattenpaaren geladen, und auf dieselbe Art wie zuvor entladen wurde, vermehrte sich die Wirkung der Entladung auf unsern Körper in dem Maasse, wie die Plattenpaare zunahmen. Bei 40 Paaren fühlten wir wahre Schläge, (*Sécousses,*) in den Handwurzeln; bei 60 Paaren waren die Schläge in den Ellenbogen sehr merklich; durch die ganze Säule von 200 Paaren geladen, gingen die Schläge mit vieler Heftigkeit bis in die Schultern. — Doch waren die Erschütterungsschläge der Batterie minder stark, als die des Theils der Säule, welcher die Ladung hergegeben hatte. Wir schätzten den Schlag einer von allen 200 Plattenpaaren der Säule geladnen Batterie, dem einer Säule von 100 Plattenpaaren gleich, und so überhaupt den Entladungsschlag der Batterie ungefähr immer so stark, als den einer Säule von halb so viel Platten, als die, womit die Batterie geladen worden war. Es wäre etwas sehr Ueberflüssiges, Sie von den Ursachen dieser Ungleichheit des Schlags der Batterie und der Säule bei Ladungen von gleicher Spannung unterhalten zu wollen, da diese Ursachen sich jedem, der die Electricität studirt hat, sogleich darbieten.

Beide Reihen von Versuchen glaubten wir nun bis auf einen Punkt verfolgt zu haben, dass sie nichts zu wünschen übrig liessen. Wir setzten daher jetzt neben unsre Batterie von 25 grossen Flaschen die *kleine Teylersche Electrisirmaschine*, welche eine Scheibe von 31 Zoll Durchmesser, und die neue Einrichtung hat, die ich 1791 in einem Briefe an

de von 1785 bis 1789 darzureichen vermochte. Seitdem hat die grofse Mafchine, durch die Reibezeuge von neuer Einrichtung, die ich 1790 anbringen liefs, und durch Gebrauch des Kienmayerfchen Amalgama, für das Laden der Batterie eine fünffache Stärke wie zuvor erhalten, wie fich aus Verfuchen im März 1790 zeigte, da ich damahls die grofse Batterie von 550 Quadratfufs Belegung wiederhohlt durch 90 Umdrehungen der Scheiben bis zum höchften Grade, den das Glas zu ertragen vermochte, lud. *) Folglich fteht die Kraft Ihrer Säule von 200 Plattenpaaren, grofse Batterien zu laden, zu der Kraft der grofsen Teylerfchen Electrifirmafchine in ihrem jetzigen Zuftande, Batterien bis zu derfelben Spannung zu laden, im Verhältniffe von 3 : 5. Die Jahreszeit verhinderte mich, beide jetzt durch einen Verfuch direct mit einander zu vergleichen, da das Teylerfche Mufeum fich nicht heitzen läfst, und leider auf einem fehr feuchten Boden fteht. Ich mufs daher einen folchen directen Verfuch bis zum Frühjahre verfchieben, wo bei der Trockenheit der Luft, fich die der Wirkung der Mafchine fo hinderliche Feuchtigkeit gröfstentheils verliert.

Zuletzt verglichen wir noch die Empfindungen oder *Schläge*, welche die Batterie beim Entladen

*) *Seconde continuat.*, pag. 216, und mein Brief an Herrn Landriani im *Journ. de Phyf.*, Vol. 38, pag. 109, [überfetzt in Gren's *Journ. der Phyfik*, B. 2, S. 167.] *v. M.*

giebt, wenn fie durch Berührung mit dem Leiter der Electrifirmafchine und durch Berührung mit der Säule bis zu gleichen Spannungen geladen ift. Genaue und wiederhohlte Verfuche zeigten zwifchen beiden fchlechterdings keine bemerkbare Verfchiedenheit.

So glaubten wir nun diefen Verfuch fo weit und mit fo vieler Genauigkeit, als immer zu wünfchen war, verfolgt zu haben. Da die Wirkungen der Ladungen einer fo anfehnlichen Batterie durch Ihre Säule, und durch eine kräftige Electrifirmafchine, in allen Beziehungen vollkommen diefelben find, fo fchmeicheln wir uns durch einen Verfuch im Grofsen die Identität des ftrömenden Fluidums, welches durch Ihre Säule, und des Fluidums, das durch eine Electrifirmafchine in Bewegung gefetzt wird, auf eine fo entfcheidende Art dargethan zu haben, dafs niemand, er fey denn durch Vorurtheile oder von der gegentheiligen Meinung geblendet, hinfüro an der Identität der Strömungen in diefen beiden Apparaten zweifeln kann. Wir fchmeicheln uns daher dem *Galvanismus*, als der Annahme eines eigenthümlichen Fluidums, das in Ihrem Apparate wirkfam feyn follte, den Todesftofs gegeben zu haben: denn unfre Verfuche, verbunden mit den Ihrigen, fcheinen mir die Wirkung eines eigenthümlichen, fogenannten *galvanifchen* Fluidums, auch in allen andern fogenannten *galvanifchen* Verfuchen fehr zweifelhaft zu machen, oder vielmehr zu widerlegen. Denn giebt man zu, dafs die

Wirkung Ihrer Säule, welche durch den Contact zweier ſich berührender Metalle erzeugt wird, im Groſsen unterſucht, (wie wir es gethan haben,) augenſcheinlich *rein-electriſch* iſt; ſo haben wir, da ſich alle andern ſogenannten *galvaniſchen* Verſuche gleichfalls durch die Wirkung zweier verſchiedner Metalle oder andrer Körper, deren man ſich in ihnen bedient, erklären laſſen, keinen Grund, in ihnen die Wirkung einem eigenthümlichen Fluidum zuzuſchreiben, deſſen Exiſtenz man allzu leicht angenommen hat.

Es iſt daher zu hoffen, daſs einige Aerzte bald von ihren allzu gewagten Theorieen über die Wirkung eines Fluidums, *Galvanique* genannt, auf den menſchlichen und überhaupt auf den thieriſchen Körper, zurückkommen werden, da dieſe Theorieen, hätte man ihnen zufolge neue Heilmittel angewandt, wahrſcheinlich in Krankheiten von ſchädlichen Folgen geweſen ſeyn würden. — Da die Wirkungen der Säule, welche mit vollem Rechte Ihren Namen trägt, im Groſsen unterſucht, *rein-electriſch* ſind, ſo ſcheint mir überdies die wahre Benennung derſelben die: *electriſche Säule*, (*Colonne electrique*,) zu ſeyn, und ich hoffe, daſs ſich die Phyſiker vereinigen werden, Ihren Apparat hinfüro, zur Ehre ſeines Erfinders, die *electriſche Säule Volta's* zu nennen.

Sie ſehn hieraus, mein Herr! daſs ich von der Meinung ganz zurückgekommen bin, die ich Ihnen in meinem Briefe vom 9ten Juni, bei Ueberſendung

runde Löcher horizontal gebohrt, und durch diese gehn die cylindrischen Holzstäbe gedrängt, welches den Vortheil gewährt, dass dasselbe Gestell, da es lediglich aus den 4 Pfosten mit zwei viereckten 12zölligen Brettern, eins oben, das andere unten, besteht, zum Isoliren von Säulen von sehr verschiednem Durchmesser zu brauchen ist. Der guten Isolirung meiner Säulen in diesem Gestelle schreibe ich es grösstentheils zu, dass sie wirksamer sind, als die Säulen der meisten andern Physiker, so viel ich davon gelesen oder gehört habe. Selbst Herr Pfaff war über die mächtige Wirkung der ersten Säule verwundert, welche wir aus holländischen 3-Guldenstücken, aus Zinkplatten von gleicher Grösse, nämlich $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, und aus Tuchscheiben aufbaueten, die in einer gesättigten Salmiakauflösung getränkt waren. Wir sahen einmahl, dass eine Säule von 60 Schichtungen einen Eisendraht, der im Handel mit No. 16 bezeichnet wird und $\frac{1}{240}$ Zoll im Durchmesser hat, an seinem Ende eine Linie lang zum Rothglühen brachte und schmolz. Um darzuthun, dass Isolirung zum grössten Effecte der Säule nothwendig ist, brachten wir an der Seite einen Streifen nasser Pappe an, und sogleich war die Wirkung beträchtlich vermindert. Der Erschütterungsschlag einer auf die angegebne Art isolirten Säule von 200 Plattenpaaren afficirt den ganzen Körper, und ist so heftig, dass ihn nicht leicht jemand zum zweiten Mahle verlangt. Von den andern mächtigen Wirkungen dieser Säule sage ich

nichts, um Sie desto umständlicher von den Wirkungen einer Säule von gröſserer Oberfläche, die wir aufbaueten, zu unterhalten.

Sobald ich im *Moniteur* vom 5ten Meſſidor dieſes Jahres, die Verſuche von Fourcroy, Vauquelin und Thenard über die Schmelzung von Eiſendraht durch eine Säule aus Kupfer- und Zinkplatten von groſser Oberfläche, geleſen hatte, lieſs ich mir 32 Kupferplatten und eben ſo viel Zinkplatten, in Quadratform von 5 Zoll Seite und 1½ bis 2 Linien Dicke, verfertigen, um, nach ihrem Beiſpiele, durch genaues Aneinanderlegen von je 4 und 4 Platten, daraus eine 10 Zoll breite Säule von 8 metalliſchen Plattenpaaren zuſammenſetzen zu können. Dieſe wurde zuerſt aufgerichtet, und dann aus einander genommen, um daraus eine 5 Zoll breite Säule von 32 Plattenpaaren aufzubauen. Damit dieſe Platten ſich durchgängig gehörig berühren möchten, war ihre Oberfläche mit Sorgfalt geebnet worden. Das Tuch zu beiden Säulen hatten wir mit einerlei geſättigter Salmiakauflöſung getränkt. Die Wirkung der 5 Zoll breiten Säule von 32 Plattenpaaren übertraf die der 10 Zoll breiten Säule von 8 Schichtungen bei weitem. Es glückte mir im vergangnen Auguſt, vom Eiſendrahte No. 16, der $\frac{1}{240}$ Zoll im Durchmeſſer hat, mit erſterer 5 Zoll gänzlich zu Kügelchen zu ſchmelzen, und 7 Zoll zum Rothglühen zu bringen.

Dieſe auſserordentliche Wirkung der 5 Zoll breiten Säule beſtimmte mich, ſie bis auf 50 Plattenpaare

paare zu vermehren; allein der Erfolg entſprach meiner Erwartung nicht. Sie leiſtete jetzt weniger als zuvor. Da ich dieſes anfangs darin ſuchte, daſs die hinzugekommnen Platten nicht mit gleicher Sorgfalt als die übrigen geebnet worden waren, lieſs ich dieſes nachhohlen und noch 20 Plattenpaare dazu machen. Dieſe Säule von 70 Schichtungen war fertig, als Herr Pfaff zu mir kam. Um mit ihm die Wirkung Ihrer Säule möglichſt im Groſsen zu unterſuchen, lieſs ich während ſeines hieſigen Aufenthalts die Zahl der Plattenpaare noch vermehren. Wir errichteten daraus die erſte Säule am 20ſten November. Als ſie aus 25 Plattenpaaren beſtand, ſchmolz ſie vom Eiſendrahte No. 16 eine Länge von 4 Zoll; da wir ſie aber bis auf 50 Plattenpaare vermehrt hatten, und nun ihre Wirkungen wieder unterſuchten, zeigten ſich dieſe ſchwächer als an der halb ſo hohen Säule. Wir waren ſchon zuvor darauf aufmerkſam geworden, daſs die Pappſcheiben, deren wir uns zu dieſem Verſuche bedienten, mit der Salmiakauflöſung recht gut angefeuchtet ſeyn müſſen, um die volle Wirkung einer Säule zu erhalten, und trafen daher jetzt leicht den wahren Grund: daſs nämlich der zu groſse Druck des obern Theils der Säule auf den untern, aus den Pappſcheiben dieſes Theils die Feuchtigkeit zu ſtark ausgepreſst, und ſie zu trocken gemacht hatte: denn als wir die obere Hälfte der Säule abhoben, zeigte ſich in der That, daſs die untere nicht mehr halb ſo ſtark wirkte, als ehe wir die übrigen 25 Plattenpaare

darauf gelegt hätten, indeſs dieſe obere Hälfte der Säule allein dieſelbe Wirkſamkeit im Drahtſchmelzen, wie zuvor die untere zeigte.

Da uns dieſer Verſuch überzeugte, daſs ſich aus unſern breiten, $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien dicken Platten keine Säule von beträchtlicher Höhe errichten laſſe, welche eine der Plattenmenge proportionale Wirkſamkeit hätte, weil das Gewicht der Säule die Feuchtigkeit aus den untern Platten allzu ſehr auspreſst; ſo verſuchten wir, die Säule in mehrere einzelne zu theilen, und dieſe auf eine leichte und einfache Art ſo mit einander zu verbinden, daſs ſie zu allen Verſuchen noch bequemer als eine einzige ſehr hohe Säule würden. Wir vertheilten zu dem Ende unſre Plattenpaare, 110 an der Zahl, in vier mit einander verbundne Säulen, deren Conſtruction und Verkettung die beigefügte Zeichnung, (Taf. III, Fig. 1,) ſo deutlich darſtellt, daſs ſie weiter keiner Beſchreibung bedürfen. Die Kupferplatte unter den beiden Säulen *C* und *D* iſt mit einem hervorſtehenden Rande rings umgeben, damit die aus den feuchten Pappſcheiben herabträufelnde Salmiakauflöſung nicht auf die darunter liegende iſolirende Harzplatte flieſse und die Iſolirung beider Säulen aufhebe. Auch ſehen Sie ſogleich, daſs es überflüſſig geweſen wäre, die Säulen *A* und *B* zu iſoliren. Um die Wirkung aller vier Säulen zu erhalten, wurde der Communicationsdraht mit den Enden der beiden äuſsern Säulen *A* und *D* in Berührung geſetzt. Nahmen wir die Kupferplatte fort, welche die Säulen

B und *C* mit einander verband, ſo konnten wir die Wirkung der Säulen *A* und *B* oder *C* und *D* allein beobachten.

Dieſe Säulen haben uns folgende Beobachtungen an die Hand gegeben:

1. Die beiden Säulen *A* und *B*, welche zuſammen aus 50 Plattenpaaren Kupfer und Zink beſtanden, brachten 8 Zoll vom Eiſendrahte No. 16 ſtark zum Glühen, und ſchmolzen ſie gröſstentheils.

2. Die beiden Säulen *C* und *D*, welche zuſammen 60 Plattenpaare enthielten, und deren Kupferſcheiben etwas dünner als die der beiden erſten Säulen waren, brachten 6 Zoll Draht zum Rothglühen. Ihre mindere Wirkung erklärten wir uns daraus, daſs ihre Pappſcheiben nicht gehörig genäſst waren.

3. Die vier Säulen vereinigt brachten 32 Zoll von demſelben Drahte zum Rothglühen.

4. Da es bei einer ſo groſsen Länge eines ſo dünnen Eiſendrahts ſehr ſchwer hält, die obere Platte der Säule, beſonders an ihrem Rande, wo die Wirkung gewöhnlich am ſtärkſten iſt, mit dem Drahte gehörig zu berühren; ſo befeſtigten wir an die Drähte Nadeln, die an ihnen ſenkrecht herabhingen, und mit deren Spitzen ſich die obere Platte an jeder beliebigen Stelle berühren lieſs. Auf dieſe Art ſchmolz indeſs nicht ganz ſo viel Draht, wie zuvor, obſchon der Unterſchied nicht ſehr merklich war.

5. Wir unterſuchten darauf, ob zwiſchen den ausfahrenden und den einfahrenden Funken eine merkliche Verſchiedenheit ſtatt findet, wie einige behauptet haben. Zu dem Ende ſetzten wir eine Schale mit Queckſilber auf die obere Platte einer der beiden äuſsern Säulen, verbanden Queckſilber und Platte durch einen Eiſendraht, brachten den Communicationsdraht mit der obern Platte der andern äuſsern Säule in Berührung, und näherten bald die Spitze einer vom andern Ende deſſelben an dünnem Drahte herabhängenden Nadel, bald dieſes minder ſpitze Ende des Communicationsdrahts ſelbſt, dem Queckſilber. Darauf wurde die Schale mit Queckſilber auf die Endplatte der andern äuſsern Säule geſetzt, und der Verſuch auf dieſelbe Art wiederhohlt; und ſo wechſelten wir mehrere Mahl ab, wobei wir abwechſelnd Funken erhielten, die aus dem Communicationsdrahte in das Queckſilber gingen, wenn dieſes auf der Säule *A* ſtand, und ſolche, die aus dem Queckſilber, wenn es über *D* ſtand, ausfuhren und in das Ende des Communicationsdrahts eingingen; doch konnte weder ich noch mein Freund van den Ende, der mir bei dieſem Verſuche half, die mindeſte Verſchiedenheit zwiſchen den aus dem Communicationsdrahte ausgehenden, (poſitiven,) und den in ihn eingehenden, (negativen,) Funken wahrnehmen. In beiden Fällen erfolgten gleiche ſtrahlende Funken, die man für electriſche Strahlenbüſchel hätte halten können, hätten ſie ſich nicht an beiden Enden der Säule gleich-

mäſsig gezeigt. Daſs die ſcheinbaren Strahlen dieſer Funken vom Verbrennen des Drahtendes oder der Nadelſpitze herrührten, wurde dadurch offenbar, daſs, als wir ſtatt des Eiſendrahts Platindraht nahmen, der nicht geſchmolzen wird, die Funken an der einen wie an der andern Seite völlig ohne Strahlen erſchienen.

6. Dieſe Verſuche gewährten uns eine ſehr ſchöne Erſcheinung, welche die Aufmerkſamkeit aller Liebhaber verdient, die ſich durch phyſikaliſche Verſuche intereſſante Schauſpiele verſchaffen wollen. Wenn wir das Queckſilber mit dem dünnen Drahte ohne Nadel berührten, ſo verbrannte das Ende dieſes Drahts mit einer ſolchen Heftigkeit, daſs ſich rings umher Funken verbreiteten, in tauſenden von ſichtlichen Strahlen, welche ſehr ſchöne Sonnen, mehrere Zoll im Durchmeſſer, bildeten. Wenn wir dabei das Ende des Drahts langſam herabwärts bewegten, ſo konnten wir dieſes ſchöne Schauſpiel beliebig fortſetzen. Es ſtellt ſich auch einigermaſsen ein, wenn man das Queckſilber mit einer Nadel berührt, iſt dann aber von minderer Dauer, weil es, ſo wie die Nadelſpitze abgeſchmolzen iſt, aufhört. Wir ſtellten dieſen Verſuch mit Drähten von No. 16, $\frac{1}{240}$ Zoll, von No. 11, $\frac{1}{151}$, und von No. 7, $\frac{1}{160}$ Zoll im Durchmeſſer, an. No. 11 gab an dieſem Tage die gröſsten und glänzendſten Sonnen. Bei minderer Kraft der Säule gelingt der Verſuch beſſer mit No. 16.

7. Nahmen wir Drähte, die zu dick waren, um geſchmolzen zu werden, ſo oxydirte jeder Funke das Queckſilber an der Oberfläche, wo das Oxyd Flecke von mehr als einer Linie im Durchmeſſer bildete.

8. Das äuſsere Ende eines *Platindrahts*, von ungefähr $\frac{1}{7\frac{1}{2}}$ Zoll Durchmeſſer, wurde zu einem Kügelchen geſchmolzen.

9. Die Funken, welche aus dem Ende des Communicationsdrahts ausfuhren, hatten mehr als $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmeſſer, wenn der Communicationsdraht nicht zu dünn war.

Nachdem dieſe Verſuche die groſse Kraft unſrer Säule dargethan hatten, unterſuchten wir auch *a.* ihre *Spannungen*, *b.* die *Erſchütterungsſchläge*, welche ſie ertheilte, und *c.* die *Ladungen*, die ſie einer Batterie zuführte.

a. Die *Spannungen* dieſer Säule und ihrer einzelnen Theile, wir mochten ſie durch bloſse Berührung mit dem empfindlichſten Electrometer, das ich beſaſs, oder mittelſt des Condenſators und eines minder empfindlichen Electrometers unterſuchen, zeigten ſich immer vollkommen gleich mit den Spannungen gleich vieler Plattenpaare einer Säule aus Silber und Zink von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer.

b. Die *Schläge* von gleich viel Schichtungen dieſer beiden Säulen waren ſo ganz übereinſtimmend, daſs kaum irgend eine Verſchiedenheit zwiſchen ihnen wahrzunehmen war.

c. Diese breite Säule *lud unsre Batterie* von $137\frac{1}{2}$ Quadratfuss Belegung, durch eine einzige Berührung genau bis zu derselben Spannung, bis zu welcher die vorige schmälere Säule sie bei gleich viel Schichtungen geladen hatte, und die Entladungsschläge der Batterie waren in beiden Fällen völlig dieselben.

Diese vergleichenden Versuche mit unsern beiden Säulen von $1\frac{1}{2}$ und von 5 Zoll Breite, zeigten uns, wie Sie sehn, was die *Spannungen* betrifft, mehr im Grossen, dasselbe, was Sie schon an minder hohen Säulen bemerkt hatten: dass nämlich in Säulen von gleich viel Plattenpaaren, aber sehr verschiednem Durchmesser, die Spannungen vollkommen dieselben sind, und dass eine Batterie von zwei solchen Säulen völlig gleich geladen wird. Wie ist es aber zu erklären, dass zwei Säulen, deren Spannungen so ganz gleich sind, und welche grosse Batterien so ganz gleichmäsig laden, im *Schmelzen der Metalle* eine so verschiedne Wirksamkeit äussern?

Um sich darüber gehörige Begriffe zu machen, muss man die Wirkungen isolirter und nicht-isolirter, (geschlossner,) Säulen wohl von einander unterscheiden. In einer nicht-isolirten Säule geht ein beständiger Strom von dem einen Ende der Säule zu dem andern durch den Leiter oder die Kette von Leitern, welche die beiden Enden der Säule in Verbindung setzt, indess in der isolirten Säule kein solches Strömen statt finden kann. Diese Unterscheidung zeigt sogleich, dass Gleichheit der

Spannung in isolirten, (nicht-geschlossnen,) Säule nicht berechtigen könne, eine Gleichheit des Stroms in beiden Säulen, wenn sie nicht isolirt sind, (im geschlossnen Zustande,) zu erwarten. Vielmehr muss man umgekehrt schliessen, dass, wenn der Strom in einer breiten nicht-isolirten Säule weniger Widerstand zu überwinden fände, als in einer schmälern, dieser Strom sich in der erstern wirksamer zeigen werde, wegen seiner beträchtlichern Geschwindigkeit, die in dem Verhältnisse grösser seyn muss, in welchem er weniger Widerstand zu überwinden hat. Nun aber zeigt die grosse Wirkung, welche eine breite Säule im Schmelzen von Metalldraht äussert, offenbar, dass die Geschwindigkeit ihres Stroms in der That viel grösser ist, als die Geschwindigkeit des Stroms in einer Säule von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser; denn es ist aus den Versuchen mit Batterien bekannt, dass das Schmelzen des Drahts durch electrische Ströme von der Geschwindigkeit derselben abhängt, oder, (was auf eins heraus kömmt,) von der Menge des electrischen Fluidums, welche Entladungen in gleichen Zeittheilen durch den Draht hindurch führen. Es kömmt daher nur darauf an, die Umstände oder Ursachen auszumitteln, unter welchen oder durch welche der Strom, den breite Säulen erregen, eine grössere Geschwindigkeit erhält. Sollten diese aber wirklich allein darauf beruhen, dass die feuchten Stoffe, welche sich zwischen je zwei Plattenpaaren befinden und nur schlechte Leiter sind, in breiten Säulen, wegen ih-

rer gröſsern Berührungsfläche, dem electriſchen Strome einen geringern Widerſtand, als in ſchmälern Säulen leiſten, wie Sie dieſes, nach dem, was Herr Pfaff mir darüber ſagt, erklären?

Darüber ſtellten wir folgenden Verſuch an. Wir errichteten zwei 5 Z. breite Säulen, jede von 12 Plattenpaaren. Die eine hatte lauter feuchte Pappſtücke von der Gröſse der Metallplatten; in der andern befanden ſich nur zwiſchen jedem Paare Metallplatten drei Pappſcheiben von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer. Die Spannung beider Säulen war zwar dieſelbe; alle übrigen Wirkungen zeigten ſich aber in der Säule mit den breiten Pappſtücken viel ſtärker, und die ſtark glänzenden Funken kamen in ihr ſchon beim 5ten Plattenpaare von unten auf zum Vorſcheine, indeſs in der ganzen andern Säule die Funken wenig oder gar nicht ſichtbar waren. Dieſes Reſultat ſpricht unſtreitig ſehr für Ihre Meinung, oder thut doch wenigſtens dar, daſs die Gröſse der Oberfläche der feuchten Stoffe viel zu der Wirkung einer Säule beiträgt. — Wir vertauſchten darauf die Pappſtücke von der Gröſse der Metallplatten mit noch gröſsern, welche überall über die Metallplatten hinaus ragten; allein dadurch wurde die Wirkſamkeit der Säule nicht vermehrt, eher ein wenig geſchwächt. Dieſes beweiſt, daſs die breiten feuchten Leiter zwiſchen den Metallplatten-Paaren nur in ſo weit beſſer, als ſchmälere leiten, oder wenigſtens den Effect der Säule erhöhen, als ſie mit den Metallplatten in Berührung ſind, wie das, zufolge Ihrer

Meinung, zu erwarten war. Auch ſtimmt unſre Bemerkung, daſs die Pappſtücke in breiten Säulen recht naſs ſeyn müſſen, um gute Wirkung zu thun, ſehr gut mit Ihrer Vorſtellung überein, da ſie, je näſſer ſie ſind, deſto beſſer leiten. Doch ſehe ich noch keine hinreichend bewährte Urſache, den groſsen Unterſchied der Wirkungen breiter und ſchmaler Säulen im Schmelzen und Oxydiren der Metalle lediglich dem Umſtande zuzuſchreiben, daſs die feuchten Stoffe von groſser Oberfläche beſſer als die von kleinerer Oberfläche leiten. Könnte nicht die Gröſse der Metallplatten ſelbſt, durch ihre gröſsere Capacität, die vielleicht im Verhältniſſe ihrer Oberfläche ſteht, mit zur gröſsern Geſchwindigkeit des Stroms beitragen? Ich wünſchte ſehr, hierüber Ihr Urtheil zu hören.

Die Art, wie breite Säulen ſich in den *Erſchütterungsſchlägen* äuſsern, weiſs ich mit dem, was von anderwärts her bekannt iſt, nicht recht zu vereinigen. Ich wiederhohlte nach Hrn. Pfaff's Abreiſe die Verſuche darüber mit zwei Säulen, jede aus 20 Plattenpaaren Kupfer und Zink, deren Pappſtücke gleichmäſsig mit Salmiak getränkt, und die überhaupt in nichts Weſentlichem, als lediglich in der Gröſse der Oberfläche der einzelnen Platten verſchieden waren, indem die der einen 1½ Zoll im Durchmeſſer, die quadratförmigen der andern 5 Zoll Seite hielten. Die Schläge dieſer beiden Säulen wurden von Mehrern ſehr oft mit einander verglichen, ohne daſs ſie die mindeſte Verſchiedenheit zwiſchen

den Commotionen hätten wahrnehmen können. Wie läſst ſich aber, bei der bekannten Wirkung der Ströme electriſcher Entladungen, dieſe Gleichheit der Erſchütterungen durch Ströme, welche im Schmelzen des Metalles eine ſo ganz verſchiedne Wirkſamkeit haben, begreifen? Sind etwa auch die Commotionen electriſcher Entladungen nicht in dem Verhältniſſe heftiger, in welchem ſie ſich im Schmelzen der Metalle wirkſam zeigen? Sie werden mir durch Erläuterungen über dieſen Punkt ein wahres Vergnügen machen.

Um die *gröſste Wirkung einer breiten Säule* zu erhalten, kömmt es auf mehrere Umſtände an; ganz vorzüglich auf den gehörigen Grad von Näſſe der Pappſtücke, die zwiſchen jedem Paare Metallplatten liegen. Zu viel Näſſe iſt eben ſo ſchädlich als zu wenig, und es iſt ſehr ſchwer, gerade den vortheilhafteſten Grad von Feuchtigkeit zu treffen. — Am beſten dient zum Anfeuchten eine *kalte geſättigte Salmiakauflöſung;* denn obgleich eine warme Auflöſung mehr Salmiak enthält, ſo zeigte ſie ſich doch in einem Verſuche minder wirkſam als jene. Doch ſcheinen noch andere, bis jetzt unbekannte Umſtände, auf die Wirkſamkeit einer breiten Säule gar ſehr mit einzuwirken und ſie mehr oder minder unbeſtändig zu machen. Ich habe mir vorgeſetzt, darüber genauere Unterſuchungen anzuſtellen, um es deſto ſicherer dahin zu bringen, durch Vergröſserung Ihrer Säule die Kraft derſelben

zu erhöhen. So wie es mir geglückt ist, im Teylerschen Museum die kräftigste Electrisirmaschine, die existirt, zu erhalten, und ihre Kraft, besonders im Laden der Batterien, in Folge einer besondern Untersuchung alles dessen, was die Wirkung der Reibezeuge vermehrt oder vermindert, sehr beträchtlich zu verstärken; so hoffe ich auch, dass eine zusammenhängende Untersuchung, die ziemlich im Grossen geführt wird, über alles das, was auf die Wirksamkeit Ihrer Säule mit einfliesst, uns Mittel an die Hand geben wird, die Wirkungen derselben beträchtlich zu verstärken und in breiten Säulen beständiger zu machen. Ich werde dieses um so weniger verabsäumen, da, wie wir oben gesehn haben, Ihre Säule für *chemische Zersetzungen* ein weit kräftigerer Apparat, als die Electrisirmaschine ist, und wir dadurch auf sehr interessante Entdeckungen geleitet werden könnten, da zu erwarten ist, dass sie, bei Vermehrung ihrer Kraft, auch in diesen Wirkungen sich noch thätiger zeigen werde. Sobald ich mit dieser Untersuchung zu interessanten Resultaten werde gekommen seyn, theile ich sie Ihnen mit. Haben Sie einige Ideen, von denen Sie glauben, dass sie mir bei dieser Untersuchung von Nutzen seyn können, oder die Sie durch Versuche nach einem grössern Maassstabe, als dem Ihrer eignen Apparate, geprüft zu sehn wünschen, so bitte ich Sie, sie mir so bald als möglich mitzutheilen.

Noch habe ich Ihnen einige Versuche zu beschreiben, die wir hauptsächlich in der Absicht an-

stellten, um *den Grund der gröſsern Wirkſamkeit von Säulen aufzufinden, deren feuchte Leiter Salmiak enthalten.* Daſs wirklich der Strom einer Säule, deren Papp- oder Tuchſtücke mit Salmiak getränkt ſind, ſich viel wirkſamer zeigt, als der einer Säule, deren Papp- oder Tuchſtücke mit Waſſer oder mit Kochſalzauflöſung genäſst ſind, iſt zwar hinlänglich bewieſen: um indeſs auch darüber einen vergleichenden Verſuch anzuſtellen, errichteten wir zwei breite Säulen von 20 Plattenpaaren, eine mit Pappſtücken in *Salmiak*, die andere mit Pappſtücken in *Kochſalzauflöſung* getränkt. Die erſtere ſchmolz, wie gewöhnlich, 4 Zoll Eiſendraht von No. 16 zu Kügelchen, indeſs die andere auch keine Linie dieſes Drahts zum Schmelzen oder Rothglühen brachte. Eine dritte breite Säule, die wir nachher mit Pappſtücken in *Waſſer* getränkt aufrichteten, zeigte ſich in Rückſicht der Funken noch minder wirkſam.

Dieſe ſo vielmahl gröſsere Wirkung einer Säule, deren Pappſcheiben mit Salmiak genäſst ſind, läſst keinen Zweifel, daſs die Menge des electriſchen Fluidums im Strome einer ſolchen Säule viel gröſser iſt, oder, (was auf eins hinaus kömmt,) daſs ihr Strom eine viel gröſsere Geſchwindigkeit hat, als der einer Säule, deren Pappſtücke mit Waſſer oder mit Kochſalz befeuchtet ſind. Es entſteht daher die Frage, durch welche Urſache dieſe gröſsere Menge von Fluidum oder dieſe gröſsere Geſchwindigkeit im Strome einer ſolchen Säule bewirkt wird.

Mehrere schreiben die gröſsere Wirkſamkeit des Salmiaks dem Umſtande zu, daſs dieſes Salz, nachdem es zerſetzt worden, die Metalle oxydire. Daſs ſich der Salmiak in der Säule zerſetzt, läſst ſich allerdings nicht läugnen; dies beweiſt der ſtarke Ammoniakgeruch, der ſich bald, nachdem man eine ſolche Säule aufgebauet hat, und ganz beſonders, wenn man ſie wieder auseinander nimmt, um ſie verbreitet. Auch werden die Oberflächen des Kupfers und des Zinks von der Salzſäure des zerſetzten Ammoniaks ſtark oxydirt. Man ſieht überdies, daſs die Wirkſamkeit der Säule in eben dem Verhältniſſe nachläſst, in welchem die Oxydirung der Metallplatten abnimmt. Schon im Mai, wie ich Ihnen in meinem Briefe vom 9ten Juni erzählt habe, hatte ich eine Säule von 100 Plattenpaaren aus Silber, Zink und Tuchſcheiben, die mit Schwefelſäure, mit 6 Theilen Waſſer diluirt, getränkt waren, und welche die Metalle, beſonders den Zink, ſehr ſchnell oxydirte, aufgebauet. Sie that viel mehr Wirkung als eine andere von weit mehr Plattenpaaren, deren Tuchſcheiben mit Kochſalzauflöſung benäſst waren. Alle dieſe Verſuche ſchienen mir für die Meinung zu ſprechen, daſs die Oxydirung der Metalle, als ſolche, ſehr viel dazu beitrage, den Effect der Säule zu vermehren. Da ich indeſs dafür keine genügende Erklärung aufzufinden vermochte, ſo blieb es mir ſtets räthſelhaft, ob ſich nicht vielleicht eine andere bis jetzt unbekannte Urſache, oder irgend ein unbekannter Umſtand zur

Oxydation geſelle, von dem die Vermehrung des Effects allein oder doch gröſstentheils abhängt. Da auch Herr Pfaff nicht der Meinung war, daſs die Oxydirung, als ſolche, zur Vermehrung des Effects viel beitrage; ſo entſchloſſen wir uns, hierüber ſo viel Verſuche, als die Zeit ſeines hieſigen Aufenthalts erlauben würde, anzuſtellen.

1. Wir benetzten die Pappſtücke mit *Schwefelſäure*, *Salpeterſäure* und *Salzſäure*, die bald concentrirt, bald mehr oder minder diluirt genommen wurden, und bedienten uns zu den meiſten dieſer Verſuche einer Säule aus 30 Plattenpaaren Kupfer und Zink, von 1½ Zoll Durchmeſſer; zu einigen auch einer Säule aus 10 Plattenpaaren von 5 Zoll Breite. Unſre Abſicht war, durch dieſe Verſuche auszumitteln, ob die Wirkung dieſer verſchiednen Säulen in dem Verhältniſſe zunehmen werde, wie ſich eins oder beide Metalle in ihnen ſchneller oxydiren. Ich würde Ihnen eine Abſchrift unſers Journals, das wir über dieſe Verſuche führten, mittheilen, wäre dieſer Brief nicht ſchon allzu lang. Auch iſt es wohl hinreichend, Ihnen zu ſagen, daſs wir keinesweges weder die Spannungen, noch die Schläge, noch die Funken, in dem Grade ſich vermehren ſahen, worin die Oxydirung der Metalle geſchwinder erfolgte; daſs vielmehr im Gegentheile bei den Verſuchen mit concentrirter oder verdünnter Salpeterſäure, wo beide Metalle ſich ſehr ſchnell oxydiren, die obigen Wirkungen viel ſchwächer waren, als in einer ähnlichen zur Vergleichung die-

nenden Säule, deren Tuch- oder Pappſtücke
miakauflöſung enthielten.

Sie ſehn, mein Herr! daſs die Reſultate di
Verſuche keinesweges der Meinung günſtig
daſs die Oxydirung, als ſolche, die Hauptur
des vermehrten Effects des Stroms in Säulen,
Salmiak enthalten, ſey. Doch ſcheint mir,
könne aus ihnen noch nicht ſchlieſsen, daſs die C
dirung der Metalle durch den Salmiak ſchlech
dings *gar nichts* zur Vermehrung der Wirkſam
beitrage, weil das in dieſem Falle auf eine Art
ſchehen könnte, die von der Wirkungsart der S
ren verſchieden, und fähiger wäre, den unbeka
ten Effect, der den Strom der Säule verſtärkt,
vorzurufen. Auch könnte die Wirkung des Am
niaks auf das Kupfer etwas dazu beitragen. —
dieſe zu prüfen, benetzten wir die Pappſchei
einer Säule aus 30 Plattenpaaren Kupfer und Z
von 1½ Zoll Durchmeſſer, mit Ammoniak.
fanden alle Wirkungen des Stroms dieſer Säule v
ſchwächer, als die einer ähnlichen Säule, de
Pappſcheiben mit Salmiak genäſst waren.

2. Wir hielten es für beſonders belehrend, ü
den Einfluſs, den die Oxydirung der Metalle
den Effect der Säule haben kann, *die verſchied*
Wirkſamkeiten der Säule im luftleeren Raume, in v
ſchiednen Gasarten, die keinen Sauerſtoff enthal
und im reinen Sauerſtoffgas zu unterſuchen.
dieſen Verſuchen diente uns eine Säule aus 60 P
tenpaaren Silber und Zink, 1½ Zoll im Durchm

ser, deren Tuchscheiben mit Salmiakauflösung genäſst wurden. Wir setzten sie auf den Teller einer Luftpumpe unter einem Glascylinder, der oben mit einer Lederbüchse versehn war; die Spindel derselben diente uns, die Säule oberwärts zu berühren. Nachdem wir die Spannung dieser Säule und die übrigen Wirkungen ihres Stromes, d. i., die Funken, die Commotionen, und die Wasserzersetzungen sorgfältig beobachtet hatten, zogen wir aus dem Cylinder die Luft aus, wozu wir uns meiner Luftpumpe bedienten, die ich im J. 1798 beschrieben habe,*) und die sehr schnell exantlirt, bis die Barometerprobe nicht mehr eine volle Linie hoch steht. Der Wasserdampf, der sich im luftleeren Raume aus der Feuchtigkeit der Säule bildet, erhielt indeſs das Quecksilber in der Barometerprobe 5''' hoch. Es war am 17ten November, Vormittags, als wir diesen Versuch anstellten, und Herr Coquebert-Montbret, Commissär der französischen Republik zu Amsterdam, der als Freund der Physik bekannt ist, und mich an diesem Tage besuchte, war dabei gegenwärtig. Die Spannungen und alle erwähnte Wirkungen des Stroms dieser Säule waren im luftleeren Raume den in der atmosphärischen Luft von uns beobachteten so ganz gleich, daſs es kaum, oder vielmehr gar nicht,

*) *Déscription des nouveaux appareils chimiques appart. au Museum de Teyler*, übersetzt in den *Annalen*, I, 379.

möglich war, einen Unterſchied zwiſchen beiden wahrzunehmen. Manchmahl glaubten wir eine Verminderung der Funken im luftleeren Raume zu bemerken; dieſes beſtätigte ſich aber nicht bei wiederhohlten Verſuchen. Als wir die Luft in den Cylinder lieſsen, um wieder die Wirkſamkeiten der Säule in der atmoſphäriſchen Luft zu beobachten, und bald darauf die Luft wieder auszogen, ſchienen uns alle Effecte des Stroms der Säule eben ſo wenig verſchieden, als im vorigen Verſuche. Wir lieſsen ſie während der Stunde unſers Mittagseſſens im luftleeren Raume, und unterſuchten nach Tiſche ihre Wirkſamkeiten aufs neue. Sie waren vollkommen dieſelben wie zuvor.

Wir lieſsen nun *Kohlenſtoff Waſſerſtoffgas* hinein, das ich, auf die in meiner *Deſcript. des appar. chimiques* etc, p. 64, angegebne Art, aus Olivenöhl bereitet und in einem unſrer Gazometer wohl verwahrt hatte, aus dem es ſich auf eine bequeme Weiſe, ohne daſs wir eine Untermiſchung mit atmoſphäriſcher Luft zu fürchten hatten, in den Cylinder hineinleiten lieſs. Als wir darauf die Spannungen, die Erſchütterungen und die Funken der Säule unterſuchten, fanden wir ſie denen im luftleeren Raume und in der atmoſphäriſchen Luft vollkommen gleich. — Wir pumpten dieſes Gas wieder aus dem Cylinder heraus, und lieſsen *Stickgas* hinein, das ich im Frühjahr bereitet hatte aus atmoſphäriſcher Luft, die über einen Teig aus Eiſenfeil und Schwefel geſperrt, und durch denſelben ihres Sauerſtoff-

gas beraubt worden war. Auch in dieſer Gasart zeigte ſich die Wirkſamkeit der Säule in allen Beziehungen wieder völlig ſo, als in den vorigen Verſuchen.

Nun wurde der Cylinder, nachdem er ausgeleert worden, auf dieſelbe Art, wie zuvor, mit ſehr *reinem Sauerſtoffgas* gefüllt, das aus Braunſtein übergetrieben war. Wir fanden, daſs die Erſchütterungen der Säule darin ſtärker, und die Funken viel gröſser, glänzender und leichter zu erhalten waren, als in irgend einem der vorigen Verſuche. Wir pumpten den Cylinder aus, um dieſe Wirkungen mit denen im luftleeren Raume unmittelbar zu vergleichen, und waren nicht wenig verwundert, jetzt die Erſchütterungen weit ſchwächer und die Funken weit kleiner, nicht bloſs als im Sauerſtoffgas, ſondern auch als im luftleeren Raume der vorigen Verſuche zu finden. Als wir zum zweiten Mahle Sauerſtoffgas hineinlieſsen, erſchienen alle Wirkungen wieder in derſelben Stärke, wie das erſte Mahl; und bei Wiederherſtellung des luftleeren Raumes ſchienen ſie wieder ungefähr bis zu demſelben Grade, wie vorhin, geſchwächt. Als wir endlich atmoſphäriſche Luft in den Cylinder lieſsen, ſtellten ſich die Wirkungen faſt in demſelben Grade als in den beiden vorhergehenden Verſuchen wieder her.

Was ſoll man aus dieſen Verſuchen in den Gasarten und im luftleeren Raume ſchlieſsen, die wir uns ſchmeicheln mit möglichſter Sorgfalt angeſtellt

zu haben, und welche uns doch so verschiedne Resultate über den Einfluſs des luftleeren Raums auf die Wirksamkeit der Säule gegeben haben? Dieser Einfluſs, der am Vormittage wenig oder gar nicht merklich schien, war am Nachmittage sehr bedeutend, obschon viel daran fehlte, daſs der luftleere Raum, der so vollkommen war, als man ihn nur erhalten kann, die Wirkung der Säule ganz aufgehoben hätte, wie das Mehrere beobachtet zu haben behaupten. Sollte der veränderte Zustand der Säule einige Stunden nach ihrer Errichtung, diesen Einfluſs des luftleeren Raums auf die Wirksamkeit der Säule, der nur in den letzten Versuchen sich äuſserte, bewirkt haben? — Sauerstoffgas, welches die Säule umgiebt, scheint nach den letztern Versuchen ihre Wirksamkeit zu erhöhen. Doch hängt die Wirksamkeit der Säule nicht bloſs hiervon ab, wie Einige behauptet haben; das beweisen die ungeschwächten Wirkungen der Säule, die wir sowohl im luftleeren Raume, als im Stickgas und im Kohlenstoff-Wasserstoffgas wahrgenommen haben. Ich behalte es mir indessen vor, zu untersuchen, wie diese letztern mephitischen Gasarten auf die Säule wirken, wenn man diese längere Zeit darin läſst, auch diese Versuche im luftleeren Raume und in Gasarten, mit Säulen, deren Pappscheiben bloſs mit Wasser, statt mit Salmiak, genäſst sind, zu wiederhohlen, weil die Wirkung solcher Säulen gleichförmiger ist.

3. Um den Einfluſs der Oxydirung auf die Wirksamkeit der Säule von allen Seiten her zu erfor-

ſchen, baueten wir endlich noch Säulen auf, deren Pappſcheiben mit Auflöſungen benetzt wurden, die auf keine Art die Metalle zu oxydiren vermögen. Zu dem Ende tränkten wir die Pappſtücke einer Säule, die aus 12 Plattenpaaren von 5 Zoll Breite beſtand, mit einer möglichſt concentrirten Auflöſung von *Kali*. Dieſe Säule war weit wirkſamer als eine ähnliche, deren Pappſtücke wir in reinem Waſſer genäſst hatten; die Funken wurden in ihr ſchon am 3ten Plattenpaare von unten her ſichtbar, und oben am 12ten Plattenpaare zeigten ſich ſtrahlende Funken, während in der andern Säule die Funken erſt am 11ten oder 12ten Plattenpaare kaum noch ſichtbar wurden. Als wir jene Säule aus einander nahmen, fand ſich, daſs die polirten Flächen des Kupfers und des Zinks durch das Kali nicht verändert worden waren. — Die Wirkungen von Pappſtücken, die wir mit flüſſigem ſchwefelſauren Kali getränkt hatten, waren weit ſchwächer und von kürzerer Dauer.

Ich ſehe, nach allen dieſen Verſuchen über den Einfluſs der Oxydirung auf die Wirkſamkeit der Säule, nicht ab, daſs ſie uns gültige Gründe an die Hand geben, beſtimmt zu läugnen, daſs die Oxydirung der Metalle durch die Salzſäure, allein, oder in Verbindung mit der Wirkung des Ammoniaks, nicht etwas zur Wirkſamkeit der Säule beitragen könne. Ich wünſchte ſehr, zu erfahren, ob Ihre Verſuche Ihnen mehr Aufklärung hierüber verſchafft haben.

Zum Schluſſe dieſes Briefs hier noch die Reſul-
tate einiger Verſuche, die ich in einer Vorleſun
über Ihre electriſche Säule anſtellte, welche ic
vorgeſtern im Teylerſchen Saale gehalten habe.

Ich hatte unſre breite Säule aus 5zölligen Pla
ten bis auf 200 Plattenpaare vermehrt; ſie wur
in dieſer Vorleſung zum erſten Mahle, in 6 Säule
vertheilt, aufgerichtet. Ungeachtet die 60 zulet
verfertigten Kupferplatten nicht fehlerfrei ware
da ihnen, wegen Kürze der Zeit, noch nicht nac
geholfen war, und ein Miſsgriff meines Gehülf
in der Wahl der Pappe mich nicht die volle Wir
ſamkeit dieſer Säule erwarten lieſs, ſo gelang
mir doch, mittelſt ihrer 23 Zoll Eiſendraht von No.
völlig zu Kügelchen zu ſchmelzen, und 33 Zoll v
dieſem Drahte ſeiner ganzen Länge nach zum Rot
glühen zu bringen.

Ich ſtellte zwei Säulen aus 20 Plattenpaaren K
pfer und Zink, die eine von 1½ Zoll Durchmeſſ
die andere aus 5 Zoll breiten Platten, beide m
gleichmäſsig gefeuchteten Pappſtücken neben eina
der, und bat mehrere meiner Zuhörer, die Schlä
beider mit einander zu vergleichen. Keiner b
merkte zwiſchen beiden die mindeſte Verſchi
denheit.

Nach der Vorleſung nahm ich die breite Säu
aus einander, und bauete mit Beihülfe meiner Freu
de L'Ange und van den Ende eine Säule a
20 Plattenpaaren, jede 10 Zoll ins Quadrat, a
wobei wir uns alle Mühe gaben, die Ränder d

4 Platten, woraus jede Platte dieſer Säule zuſammengeſetzt wurde, in genaue Berührung zu bringen, auch, um die Berührung zu vermehren, zwiſchen das Kupfer und den Zink jedes Plattenpaars noch eine ſehr dünne Kupferplatte legten. Die Pappſtücke wurden, wie die der vorigen Säulen, mit Salmiak genäſst. Bei wiederhohlten Vergleichungen der *Schläge* dieſer 10 Zoll breiten Säule, mit den Schlägen der 1½zölligen Säule von gleich viel Plattenpaaren, konnten wir zwiſchen beiden nicht den geringſten Unterſchied bemerken. *) — Vom Drahte No. 16 vermochten wir mittelſt ihrer nicht über 5 Zoll zu ſchmelzen. Die Stärke der Säulen nimmt alſo nicht im Verhältniſſe der Oberfläche ihrer Plattenpaare zu; denn dieſe war hier 4mahl gröſser als in der 5zölligen Säule von 20 Plattenpaaren, und doch ſchmolz letztere 4 Zoll dieſes Drahts, welches

*) Dieſe Verſuche, mit denen auch Hrn. Simon's Erfahrungen, (*Annalen*, IX, 385,) übereinſtimmen, widerlegen alſo völlig Biot's Behauptung, (oben S. 27 und 28,) über die Verſchiedenheit der Erſchütterungen breiter und ſchmaler Säulen, unter übrigens gleichen Umſtänden; eine Behauptung, die Biot überhaupt mehr auf ſeine Hypotheſe von gröſserer Geſchwindigkeit des electriſchen Stroms in ſchmälern Säulen, als auf ſorgfältige vergleichende Verſuche geſtützt zu haben ſcheint, obgleich die Identität beider Erſchütterungen recht wohl mit dieſer Hypotheſe beſteht und aus ihr ſich vielleicht erklären lieſse. *d. H.*

auch sehr gut mit den Versuchen übereinstimmt, die ich im August angestellt und oben, (S. 136,) angeführt habe.

Ich habe mir noch eine Menge anderer Versuche vorgesetzt, und behalte es mir vor, Ihnen die Resultate derselben in einem zweiten Schreiben mitzutheilen. Mit der vollkommensten Hochachtung u. s. w.

Harlem den 29sten Nov. 1801.

II.

Ueber das Verschlucken des Sauerstoffgas durch die Voltaische Säule,

von

BIOT UND F. CUVIER

in Paris. *)

Wir stellten auf eine pneumatische Wanne eine Säule aus Kupfer, Zink und Tuchscheiben, die mit einer starken *Alaunauflösung* getränkt waren, brachten ihre Enden durch Eisendraht in Verbindung, und stürzten über sie einen Glascylinder, **) der nur wenig weiter als das Fussgestell der Säule war, so dass sich die geringste Veränderung der Luftmenge

*) Zusammengezogen aus den *Annales de Chimie*, t. 39, No. 117, p. 242 f.; aus einer Abhandlung, die früher als der Aufsatz S. 24 f. geschrieben zu seyn scheint. (Vergl. S. 33.) *d. H.*

**) Dieser und die folgenden Versuche wurden also ziemlich unter gleichen Umständen mit denen Davy's, (*Annalen*, VIII, 2 f.,) angestellt, und unterscheiden sich von den Versuchen, die Herr Dr. van Marum in dem vorhergehenden Aufsatze, S. 152 f., beschrieb, wesentlich dadurch, dass in ihnen die Säulen *im geschlossnen*, in letztern dagegen im *nicht - geschlossnen* Zustande waren. Dass die Säule im erstern Zustande weit mehr Sauerstoffgas als im letztern absorbirt, zeigen Biot's Versuche im vorigen Hefte, S. 31 f. *d. H.*

im Cylinder, durch Veränderung des Waſſerſtan
in demſelben zeigen muſste. In weniger als ei
halben Stunde fing das Waſſer an in den Cylin
anzuſteigen, und bald war eine Menge Luft
ſorbirt.

Um Reſultate etwas mehr im Groſsen über di
Abſorption zu erhalten, nahmen wir eine ſtärk
Säule, und ſtürzten darüber einen Glascylind
der 1 Decimètre weit, und 5 Decimètres hoch w
Die Eiſendrähte, welche als Leiter dienten, g
gen durch Röhren voll Waſſer, bogen ſich un
dem Glascylinder um, und ſtanden auſserhalb
Wanne durch ein Gefäſs voll Waſſer mit einand
in leitender Verbindung. Wir verſicherten uns v
der Wirkſamkeit der Säule mittelſt eines ſehr kl
nen Gasapparats. Nach 48 Stunden war das Waſ
über 1 Decimètre um die Säule angeſtiegen, ind
es in Glocken, welche auf derſelben pneumatiſch
Wanne daneben ſtanden und atmoſphäriſche Lu
ohne eine Säule enthielten, ſein Niveau nicht ve
ändert hatte. Es fand ſich ungefähr $\frac{1}{5}$ der ganz
Gasmenge abſorbirt;*) der Rückſtand war mer
lich leichter als atmoſphäriſche Luft, und verlöſch
Wachslichter augenblicklich, woraus wir ſchloſſe
daſs es Stickgas ſey. *Folglich zerſetzt die Voltaiſc
Säule die ſie umgebende atmoſphäriſche Luft, u
abſorbirt den Sauerſtoff derſelben.*

*) Vergl. *Annalen*, VIII, 19. *d. H.*

Um auszumachen, ob die Wirksamkeit der Säule durch diesen Sauerstoff der atmosphärischen Luft erhöht wird, setzten wir die Säule in ein enges cylindrisches Glas, über das eine viel grösere Glasglocke von bekanntem Inhalte gestürzt wurde. Die Enddrähte der Säule gingen durch Glasröhren voll Quecksilber, (deren eine, für den untern Pol, bis auf den Boden des cylindrischen Glases hinab reichte,) und standen, wie zuvor, aufserhalb des Apparats in leitender Verbindung. Die Luft zwischen beiden Gläsern wurde mittelst einer Röhre so weit ausgesogen, dass das Wasser bis auf $\frac{9}{10}$ der äussern Glocke in die Höhe trat. Als die Säule, von deren Wirksamkeit man sich mittelst einer kleinen Gasröhre überzeugte, 17 Stunden lang in der wenigen übrigen Luft gestanden hatte, schien diese, nach der Absorption zu urtheilen, allen Sauerstoff verloren zu haben; zugleich gab die Säule nun keine Schläge mehr, bewirkte auf der Zunge nur einen sehr geringen Geschmack, und entband in einer ganz frischen Gasröhre nicht ein Luftbläschen, so dass wir endlich ihre ganze Wirksamkeit für aufgehoben hielten. Nun wurde eine sehr geringe Menge Sauerstoffgas in die Glocke gebracht. Im Augenblicke erschienen in der Gasröhre wieder Gasblasen, und so wie wir mehr Sauerstoffgas hineinbrachten, nahm die Gasentwickelung zu, bis sie endlich so beträchtlich als zu Anfang war; zugleich wurden die Schläge wieder sehr merklich und der Geschmack unerträglich brennend. Nachdem wir wenigstens

4mahl mehr Sauerſtoff hineingelaſſen hatten, a
Stickgas rückſtändig war, ſtand das Waſſer in der Gla
glocke 2 Centimètres unter dem Niveau der äuſsei
Waſſerfläche; wir lieſsen die Säule darin 24 Stunde
fortdauernd wirken, worauf das Waſſer in de
Glocke um eben ſo viel über der äuſsern Waſſerfl
che ſtand, ſo daſs wenigſtens 1½ Kubik-Decimètr
Sauerſtoffgas während dieſer Zeit verſchluckt wo
den waren. Man ſieht aus dieſem Verſuche, *da
der Sauerſtoff, den die Säule der atmoſphäriſche
Luft entzieht, dazu beiträgt, die Wirkſamkeit de
Säule zu verſtärken.*

Iſt aber Sauerſtoff in der umgebenden Atmoſphä
re zur Wirkſamkeit der Säule unentbehrlich? U
dieſes zu beantworten, ſetzten wir eine zwiſche
3 Glasſäulen errichtete Säule von 40 Plattenpaare
Zink und Kupfer, an die eine feine hermetiſch ve
ſchloſsne Gasröhre angebracht war, unter den Re
cipienten einer Luftpumpe, zogen die Luft aus, un
beobachteten während deſſen den Gasſtrom. E
war in freier Luft ſehr ſtark, und blieb auch wäh
rend des Auspumpens und nach demſelben ſo leb
haft, daſs ſich dieſes nicht der Einwirkung der we
nigen im Recipienten noch übrigen Luft zuſchreibe
lieſs. — Wir wiederhohlten dieſen Verſuch noc
auf eine bequemere Art unter einer Spindelglocke
Als die Luft bis auf 3 Linien Queckſilberhöhe i
der Barometerprobe ausgepumpt war, erhielte
wir mittelſt der Spindel noch immer ſehr heftig
Erſchütterungen, und die Gasentwickelung in einem

mit der Säule verbundnen Gefäſse voll Waſſer blieb ſo ſtark als gewöhnlich. Wir ſchlieſsen daraus, *daſs die Voltaiſche Säule eine eigenthümliche, von der äuſsern Luſt unabhängige Wirkſamkeit beſitzt.* Wir haben viel Sorgfalt angewandt, um uns von dieſem Reſultate zu verſichern, weil einige Phyſiker angekündigt haben, die Wirkſamkeit der Säule höre im luftleeren Raume auf. Die Richtigkeit unſrer Verſuche iſt nicht zu bezweifeln. *)

Man weiſs, daſs unter dem Recipienten der Luftpumpe eine geladne electriſche Flaſche, nachdem der Druck (und der Widerſtand) der äuſsern Luft fortgenommen ſind, ſich entladet, indem das electriſche Fluidum aus der innern Belegung durch den damit verbundenen Haken, nach der äuſsern Belegung, von der es angezogen wird, in Lichtbüſcheln überſtrömt. Sollte ſich nicht auch die Voltaiſche Säule in unſerm letzten Verſuche von ſelbſt entladen?

*) Nur ſind es nicht dieſelben Verſuche, wie die dieſer Phyſiker. Da die Tuchſcheiben Biot's mit *Alaunauflöſung*, folglich mit einem Salze, das ſich in der Säule zerſetzt, genäſst waren; ſo konnte dieſes Salz den nach einigen Phyſikern zur Wirkſamkeit der Säule unentbehrlichen Sauerſtoff hergeben, wie das in Davy's Verſuchen, *Ann.*, VIII, 15, d, und ferner der Fall zu ſeyn ſchien. Nur Säulen, die *reines Waſſer* zum feuchten Leiter haben, verlieren im luftleeren Raume ſogleich ihre ganze Wirkſamkeit, (*Annalen*, VIII, 6, c.) *d. H.*

4mahl
Stickg
glocl
Waf
for
G

III.

Vermischte physikalische Bemerkungen,

von

Herrn Prof. Parrot

in Riga,

in Briefe an den Herausgeber.

... Umschaffung der Hygrometrie; neue auf ...che gegründete Theorie der wässerigen Meteo... ...stand und fernere Bearbeitung der Meteorolo... ... Berthollet's Vertheidigung des Phosphor... gegen Hrn. von Humboldt; Parrot's ver... ...hosphor-Oxygenometer und dessen Gebrauch; eine ... Phosphorsäure; und den wahren Sauerstoffgehalt ...phärischen Luft. — 3. Wie liessen sich Gewitter un... ...machen?

Riga im Juli 1801.

...ch erhalten wir in unsern hyperboräischen ...enden wieder litterärische Produkte aus dem ... Deutschland, und also auch einige Hefte Ihrer Annalen. Ich kann Ihnen nicht sagen, wie ihr Inhalt mich nach dieser langen Zeit des Mangels erfreut und erquickt hat. ——— Vergönnen Sie mir dagegen das Vergnügen, mich auch meines Theils mit Ihnen und den Lesern der Annalen von einigen Gegenständen, die Ihnen und uns theuer sind, zu unterhalten.

1. *Umschaffung der Hygrometrie; neue Theorie der wässerigen Meteore; jetziger Zustand und fernere Bearbeitung der Meteorologie.*

Man streitet noch über die *ersten Grundsätze der Hygrometrie*, und erfindet noch neue Hygrometer! Wenn meine *Grundzüge einer Theorie der Ausdünstung und des Niederschlags des Wassers in der atmosphärischen Luft* in den Händen des Publicums seyn werden, *) wird sich, hoffe ich, vieles von diesen Streitigkeiten ausgleichen. Ich habe zwar darin die Hygrometrie nur nebenher berührt, aber doch genug davon gesagt, um vielleicht zu einer nähern Erklärung aufgefordert zu werden. Ich habe endlich dort behauptet, dass die Hygrometrie *durchaus ganz umgearbeitet* werden müsse, und dass man nur auf sehr wenige ihrer Data bauen dürfe. Erlauben Sie mir, die Strenge dieses Urtheils über eine Wissenschaft, an deren Spitze de Lüc und Saussüre sich befinden, zu motiviren.

Auf entscheidende Versuche gestützt, statuire ich in obiger Abhandlung zweierlei Ausdünstungen und Niederschläge, *die physischen* und *die chemischen*. Jene hängen von der Temperatur, diese von dem Sauerstoffgehalte der Luft ab.**) Bei uns giebt es unter

*) Vergl. Voigt's *Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde*, B. 3, S. 1—57. *d. H.*

**) Herr Prof. Parrot hatte von einerlei Luftart einen Theil über mildem gepulverten Kali, (um kein kohlensaures Gas dabei zu zersetzen,) sorgfältig

dem Frierpunkte des Waſſers keine phyſiſchen I
ſte, keine Ausdünſtung und keinen Niederſc

getrocknet, einen andern Antheil, (indem e
durch Waſſer, das mit Luftſäure geſättigt
durchgehn lieſs,) mit Feuchtigkeit möglich
ſchwängert. In zwei ſeiner ſehr genauen ha
nirenden Phosphor-Eudiometer wurde da
in dem einen die *feuchte*, im andern die *tr*
Luft der Einwirkung des Phosphors ausge
Die Zerſetzung des Sauerſtoffgas erfolgte in
feuchten Luft in einer zwei- bis dreimahl kür
Zeit, als gewöhnlich, unter Erſcheinung
grauen Dunſtes, und eines ſtarken wäſſerigen
derſchlags, womit ſich der Phosphor und da
diometer in deſſen Nachbarſchaft überzogen
der *trocknen* Luft ging die Zerſetzung noch
mahl ſo langſam, als bei gewöhnlicher atmo
riſcher Luft vor ſich, ohne grauen Dampf,
ohne wäſsrigen Niederſchlag, wovon ſich
zu Ende der Operation einige kaum bemerk
Spuren zeigten. Das Barometer ſtand auf 27
das Thermometer auf + 15° R., und nach
Correctionen, (auch der wegen der gasförm
Phosphorſäure, wovon weiterhin die Rede
wird, und welche Herr Parrot in der
führten Abhandlung noch nicht mitnimmt
ich aber hierbei mit in Rechnung gebracht h
betrug die wahre Abſorption in der *feuchten*
0,25174, in der *trocknen* Luft 0,23138: mithin
Unterſchied in beiden 0,02036; ein Unterſc
der ſich lediglich aus dem Niederſchlage des
ſers aus der feuchten Luft, der es in elaſti

ſondern jeder Niederſchlag, jeder Nebel in dieſer Temperatur iſt Wirkung einer Verminderung des

Form beigemiſcht war, ableiten läſst. Nach Sauſſüre's ſehr ſorgfältigen Verſuchen dehnt ſich Luft von dieſer Temperatur, (doch bei einem beträchtlich geringern Barometerſtande, wo ſie weniger Feuchtigkeit aufzunehmen vermag,) wenn ſie mit Feuchtigkeit geſchwängert wird, um $\frac{1}{54}$ = 0,01852 ihres Volums aus. Folglich wird *beim Zerſetzen des Sauerſtoffgas* der atmoſphäriſchen Luft durch Phosphor, aus ihr *alle* darin befindliche Feuchtigkeit, (und zwar in Geſtalt von grauem Nebel,) und ſelbſt der *allerkleinſte* Antheil von Dunſt, (wie der Erfolg in der getrockneten Luft beweiſt,) niedergeſchlagen. Herr Parrot ſchlieſst daraus, 1. daſs alle *Eudiometer*, wo die zu prüfende Luft durch Waſſer hineingelaſſen wird, alſo beſonders auch das Salpetergas-Eudiometer,) den Sauerſtoffgehalt dieſer Luft um 0,2 zu groſs angeben; daſs man 2. um den *wahren Gehalt an Sauerſtoffgas* in einer Luft zu entdecken, ſie auf obige Art vollkommen befeuchten, und von der angezeigten Abſorption etwa 0,2 abziehn müſſe; 3. daſs man mittelſt des Phosphor-Eudiometers auch ſtets den *wahren Gehalt einer Luftgattung an Feuchtigkeit* entdecken könne, wenn man ſie in einem Eudiometer wie ſie iſt, in einem zweiten mit Feuchtigkeit geſättigt, zerſetzt, da der Unterſchied der Abſorption den abſoluten Feuchtigkeitsgehalt giebt; und 4. daſs die Gegenwart des Waſſers die Oxydation des Phosphors ſehr beſchleunigt: Folgerungen, welche wir hoffen dürfen in der *Eudiometrie*, an der Herr Par-

Sauerſtoffgehalts. Hingegen gehn die Prozeſſe der chemiſchen Ausdünſtung unter allen bekannten Temperaturen vor ſich.

rot arbeitet, noch weiter bewährt und genauer berichtigt zu finden.

In einigen Flaſchen mit natürlich feuchter Luft, in welche *Fliegen* eingeſperrt wurden, überzogen ſich die Wände mit einem ſtarken Dunſtniederſchlage, der endlich in Tropfen zuſammenfloſs, indeſs in Flaſchen ohne Fliegen, auch nicht eine Spur von Niederſchlag zu bemerken war. — In einer künſtlich gefeuchteten Luft von demſelben Umfange, die in einer Flaſche ohne Fliege ebenfalls keine Spur von Niederſchlag gab, bewirkte eine einzige Fliege noch einmahl ſo viel Niederſchlag, als in der natürlich feuchten Luft 5 Fliegen. — Da bei einer Zerſetzung der atmoſphäriſchen Luft im Eudiometer durch 12 Fliegen, die darein eingeſperrt wurden, ungeachtet des dabei ſich bildenden kohlenſauren Gas, doch die Abſorption noch 0,015 betrug, ſo findet dabei wenigſtens keine Dilatation der Luft ſtatt, der man die Niederſchläge zuſchreiben könnte. Man muſs mithin ſchlieſsen, daſs der *thieriſche Lebensprozeſs* die Dünſte aus der atmoſphäriſchen Luft durch die Entziehung des Sauerſtoffgas niederſchlägt; (dieſem allein ſchreibt Herr Parrot die Feuchtigkeit der ausgeathmeten Luft zu.) — Daſſelbe iſt der Fall beim ſchnellen Verbrennen. Zwei *Wachslichter*, deren jedes in $3\frac{3}{8}$ Kubikfuſs atmoſphäriſcher Luft, das eine in ziemlich trockner, das andere in künſtlich befeuchteter, brannten, erloſchen beide nach 28 Minuten, nachdem

Was iſt nun die Hygrometrie? Wie wird ſich dieſe Wiſſenſchaft durch die Labyrinthe der mannigfaltigen Spiele dieſer beiden Prozeſs-Gattungen

jedes 28 Gran Wachs verzehrt hatte; dabei entſtand in der feuchten Luft ein wenigſtens noch einmahl ſo ſtarker wäſsriger Niederſchlag. — Daſs *glühende Kohlen* auf dieſelbe Art behandelt, in beiden keinen Niederſchlag zeigten, erklärt ſich genügend aus der groſsen Verwandtſchaft der Kohle zur Feuchtigkeit, die daher wahrſcheinlich im Augenblicke des Niederſchlags von der Kohle verſchluckt wurde. — Es läſst ſich hieraus ſchlieſsen, daſs bei allen ſolchen Oxydationsprozeſſen, *lediglich die Entziehung des Sauerſtoffgas den Niederſchlag der Dünſte bewirkt.* — Da überdies der Niederſchlag in dem rückſtändigen Gas Monate lang blieb, ohne wieder zu verdunſten; ſo ſcheint *weder Stickgas, noch kohlenſaures Gas, für ſich Waſſer aufgelöſt erhalten zu können.* (Schon Fontana hatte bewieſen, daſs Sauerſtoffgas mehr als noch einmahl ſo viel Feuchtigkeit als gemeine Luft aufnimmt.)

Selbſt als zwei Flaſchen, eine mit *reinem Stickgas*, die andere nur den vierten Theil ſo groſse mit *feuchter atmoſphäriſcher Luft*, mit ihren Oeffnungen an einander gebracht wurden, ſo daſs beide Luftarten auf einander wirken konnten, wurde, ohne daſs eine Trübung vorging, nach ¼ St. in letzterer ein wäſsriger Niederſchlag ſichtbar, der allmählig zunahm, nach einigen Stunden aber wieder völlig verſchwunden war, und ſich in etlichen Tagen nicht wieder zeigte, ungeachtet die Temperatur immer unverändert von

winden? Die einzige Aufgabe, (freilich diejen
deren Auflöfung alle Gefetze diefer Wiffenfcl

10° R. blieb. (Wurde ftatt der atmofphärifc
Luft feuchtes *Sauerftoffgas* genommen, fo war
Erfolg derfelbe, nur beträchtlich fchneller,
der Niederfchlag etwas beträchtlicher.) — I
hin *reicht fchon die blofse Entziehung des Sauerft
gas, auch ohne dafs dadurch eine eigentliche Ox
tion hervorgebracht wird, hin, den Dunft nieder
fchlagen*, der fich nachher in dem mit Sauerft
gas verbundnen Stickgas der andern Flafche w
der auflöfte. Und daraus folgt, dafs *die at
fphärifche Luft nur vermöge ihres Sauerftoffgeh
Waffer aufgelöft enthalten kann*, und zugleich
Wirklichkeit eines *chemifchen Dunftes.*

Was den *phyfifchen Dunft* betrifft, fo zeigte f
dadurch, dafs auch in der zerfetzten, alles Sau
ftoffgas beraubten Luft, (die, nach den vorig
Verfuchen zu urtheilen, gar kein Aufenthalt
Dünfte zu feyn fchien,) bei Erwärmung oder
kältung der Seite des Glafes, die niedergefchla
nen Dünfte immer alle an die kältere Seite fi
anfetzten, (indem fie bei Vermehrung ihres frei
Wärmeftoffs, oder bei Verminderung des Druc
der fie umgebenden Luft durch Erkältung, ih
Dampfgeftalt wieder annehmen, und fich an d
kältern Stellen niederfchlagen,) dafs reines Stic
gas und kohlenfaures Gas den Wafferdünften *zu
Durchgange* von einer Seite des Gefäfses zur a
dern dienen müffe, fo gut als die Torricellifcl
Leere. — Als Herr Parrot eine Flafche m
reinem Stickgas, das mit Waffer gefchüttelt wo
den, und eine ähnliche mit künftlich *gefeuc*

efern muſs,) die Quantität und die Qualität des in
iner gegebenen Luftportion enthaltenen Waſſers

teter atmoſphäriſcher Luft von + 15° R. durch eine froſterzeugende Miſchung von Eis und Kochſalz bis auf — 13° erkältete, zeigte ſich in *beiden* Flaſchen ein Niederſchlag, (in letzterer etwas ſtärker,) ohne ſichtbaren Dunſt, weder beim Niederſchlagen, noch beim Wiederverdünſten als die Flaſchen zur erſten Temperatur zurückkamen. Der Niederſchlag mochte nur $\frac{1}{10}$ deſſen ſeyn, den die Oxydation befeuchteter Luſt bewirkt, zeigte ſich bei 0° ſchon in derſelben Menge als bei — 13°, fror in ſtarker Kälte wie ein zarter Reif an, und zeigte ſich auf dieſelbe Art auch in allen Rückſtänden der durch Oxydations-Prozeſſe zerſetzten atmoſphäriſchen Luft, wo das zuvor bei der Oxydation niedergeſchlagne Waſſer zuletzt als eine ſtrahlige Eiskruſte anfror. In den nicht-zerſetzten Luftarten entſtand bloſs der feine Reif, aber keine Eiskruſte; und in dem Phosphor-Eudiometer änderte ſich beim Niederſchlage dieſes Reifs der Stand des Queckſilbers in der Skalenröhre nicht; ein Beweis, daſs es bloſs ein mechaniſches Niederfallen iſt.

Hieraus ſchlieſst Herr Parrot, daſs in feuchter und trockner atmoſphäriſcher Luſt, ſo wie in reinem oder mit Phosphor oder Kohlenſäure gemiſchtem Stickgas *ein Antheil Waſſerdunſt unaufgelöſt enthalten iſt, der bloſs durch den freien Wärmeſtoff ſeine Dunſtgeſtalt hat*, und der Menge nach etwa $\frac{1}{10}$ des chemiſchen Dunſtes beträgt; daſs ſie dieſen *phyſiſchen Dunſt* ſpätſtens bei einer Temperatur von 0° R. fallen laſſen, ohne daſs eine grö-

zu beſtimmen, iſt nun ſehr verwickelt, kann abe
jetzt aufgelöſt werden, welches bei unſern vorige
Kenntniſſen unmöglich war.

ſsere Kälte, (weder in zerſetzter noch unzerſetz
ter Luft,) weiter einen Niederſchlag bewirkt
und daſs dieſe durch Wärmeſtoff erzeugten Dün
ſte weder die Luft trüben, ſo lange ſie nicht mi
ihnen überſättigt iſt, noch ihr Volum vergrö
ſsern. Daſs endlich die *chemiſchen*, (in der atmo
ſphäriſchen Luft aufgelöſten,) *Dünſte*, ſich durcl
keine Erkältung aus ihr niederſchlagen, da be
einer Erkältung von 28°, aus atmoſphäriſche
Luft und Stickgas gleich viel Niederſchlag er
folgte. Höchſtens erhöht die Gegenwart des Sauer
ſtoffs in jener die Fähigkeit des Stickgas ein we
nig, Dunſt durch Wärmeſtoff aufzunehmen.

Den gröſsten Theil ihres Dunſtes enthält di
Luft *chemiſch*, im Sauerſtoffgas aufgelöſt, und alſ
nach Maaſsgabe ihrer chemiſchen Grundmiſchung
ihres Sauerſtoffgehalts. Er expandirt ſie meh
rentheils um $\frac{1}{34}$ ihres Volums, und wird durc
Temperatur-Veränderungen nicht merklich aff
cirt. — Der in der Luft nicht aufgelöſte *phyſiſch*
Dunſt wird bloſs vermöge des Wärmeſtoffs in ih
ſchwebend erhalten, und dieſe phyſiſche Au
dünſtung iſt eine bloſse Aufnahme der durch de
Wärmeſtoff losgeriſſenen Waſſertheilchen. Bei
de Auflöſungen haben ihren eignen Sättigung
punkt und ſcheinen in vielen Fällen von einan
der unabhängig zu ſeyn. Der phyſiſche beträg
höchſtens $\frac{1}{10}$ des zur Sättigung der Luft nöthige
chemiſchen Dunſtes, und kann daher nur $\frac{1}{10}$ ge
wiſſer wäſsriger Meteore erklären. Durch En

Das in der Luft vermöge der *chemiſchen* Ausdünſtung enthaltene Waſſer iſt in der Geſtalt einer beſtändig elaſtiſchen Flüſſigkeit da, von je-

ziehung des Wärmeſtoffs wird er niedergeſchlagen, und zwar bis zum Froſtpunkte ganz und gar, ſo daſs unter dem Eispunkte kein phyſiſcher Dunſt mehr in der Luft bleibt, daher in dieſer Temperatur jeder Niederſchlag als Nebel erſcheinen muſs, da es an Wärmeſtoff fehlt, ihn durchſichtig zu machen. Oxydationen und Desoxydationen wirken auf ihn gar nicht. — „*Wie* er in der Luft ſchwebend erhalten wird, darüber iſt es nicht nöthig, ſich auf Hypotheſen einzulaſſen und neue Veſicular-Syſteme zu erfinden: genug, daſs genaue Erfahrungen ausweiſen, daſs ſolche Dünſte in jeder Luft, in jedem Gas, ja ſogar ohne Luft beſtehn können; daſs ihre ſpecifiſche Schwere vom äuſsern Drucke, (mithin vom Grade der Elaſticität,) der Luft, in der ſie ſchweben, abhängt, weshalb ſie ſich *bei jeder Elaſticität* der Luft durchſichtig erhalten können, ſogar in höhern kältern Regionen, wo der geringere Luftdruck den Verluſt an Wärmeſtoff, wo auch nicht ganz und immer, doch zum Theil und in ſehr vielen Fällen compenſirt." [Ob alle Phyſiker dieſes als annehmbar einräumen werden? Vergl. *Annalen*, IV, 314.] „Eben dieſe bald ganz, bald nur zum Theil erfolgende Compenſation erklärt ohne Zwang die *heitere Luft* und *die leichtern nebelartigen Wolken*, die in der Atmoſphäre vorkommen." — „Da nach dieſer Anſicht", (bemerkt Herr Parrot an einer andern Stelle,) „die Dünſte ſich allerdings in jeder hinlänglich ſchweren

dem bekannten Drucke, von jeder bekannten Te
peratur unabhängig, und kann nur durch die Z

Gasart, bloſs durch die Wirkung des Wärmeſt
erheben, aber nur durch ihre Verwandtſc
zum Sauerſtoffgas in eine Gasart verwandeln k
nen; ſo wäre hierdurch die *de Lücſche* mit der *S
ſüriſchen Theorie* vereinigt, und zwar mit Heb
aller de Lücſchen Einwendungen, welche imm
nur auf die Entſtehung der Dünſte Bezug habe

Die Bildung des *chemiſchen Dunſtes* hält näml
Herr Parrot für eine wahre *Oxydation*, wel
faſt in allen Umſtänden mit den meiſten Met
Oxydationen übereinzuſtimmen ſcheine. So
das Sauerſtoffgas feſtes Metall aufzulöſen verm
ſo greife es durch ſeine chemiſche Kraft a
Waſſer in feſter Geſtalt, *Eis*, an, ſey dieſes n
ſo kalt, und ſättige ſich damit, (woraus die
kannte Verdünſtung des Eiſes begreiflicher w
de, als wenn man ſie, nach der bisherigen Vor
lungsart, dem Wärmeſtoffe zuſchreibe, der da
zu einer Zeit, wo er Eis nicht einmahl in flüſſ
Waſſer zu verwandeln vermöge, doch Eisdän
müſste bilden können; [man vergl. indeſs h
über *Annalen*, II, 268, 269, und V, 314,]
nach der wir im Winter lauter gefrorne Ausd
ſtungen, d. h., einen ſtets mit Schneeflocken
trübten Himmel, ganz gegen alle Erfahrung
ben müſsten.) So wie ſich Metalle in flüſſ
Form leichter als in feſter oxydiren, ſo löſe a
das Sauerſtoffgas das flüſſige Waſſer ſchneller
feſtes auf, (ungeachtet vermeintlicher Erfahr
gen für das Gegentheil;) eben ſo wenig als
den meiſten Metall-Oxydationen, bilde ſich

ſetzung des Sauerſtoffgas niedergeſchlagen werden, wird es aber durch jede Zerſetzung dieſes Gas.

dieſer Waſſeroxydation eine Säure, und ſo wie die Metalle, ſo werde auch das Waſſer durch Phosphor, Kohlenſtoff u. ſ. w. desoxydirt. — Herr Parrot iſt geneigt, zu glauben, daſs das *Sonnenlicht* zu der Auflöſung des Waſſers in Sauerſtoffgas, doch nicht zur Erhaltung dieſes Zuſtandes, nöthig ſey, (wie das Zerſtreuen der Nebel durch Sonnenlicht, und die vielen Räthſel der nächtlichen Phänomene, die unter dieſer Vorausſetzung glücklich zu löſen wären, ihm anzudeuten ſcheinen;) bedient ſich jedoch dieſes noch unerwieſenen Umſtandes, (den Graf Rumford wenigſtens nicht zugeben würde, *Ann.*, II, 268,) mit Recht, nicht zu ſeinen Erklärungen der wäſsrigen Meteore, um keine bloſse Hypotheſe mit hinein zu flechten.

Dieſer Theorie gemäſs, macht ſich Herr Parrot von dem ganzen *Geſchäfte der Ausdünſtung, des Niederſchlags, und der Bildung der Nebel und Wolken im Luftkreiſe* folgende Vorſtellung, bei der er, wie er ſagt, nur noch die bekannten und hinlänglich bewährten Erfahrungen, daſs Ausdünſtung des Waſſers *Kälte*, Niederſchlag *Wärme*, (wenn auch nicht für unſre Empfindung,) erzeugt; daſs bei jeder Verwandlung des Waſſers in Dunſt, und umgekehrt, Volta's Verſuchen gemäſs, *Electricität* thätig iſt, und zwar in beiden Prozeſſen entgegengeſetzte; und daſs Electricität das Sauerſtoffgas zerſetzen kann, zu Hülfe nimmt.

Ausdünſtung, Bildung von Nebel. Eine noch nicht phyſiſch und chemiſch mit Dünſten geſättigte Luft-

Das in der Luft vermöge der *phyſiſchen* Ausdünſtung enthaltene Waſſer iſt nicht im beſtändig

ſchicht, welche mit einer Waſſer- oder Eisfläche in Berührung kömmt, löſt mittelſt ihres Gehalts an Sauerſtoffgas Waſſertheile auf: dieſe vertheilen ſich nicht nur, wie bei allen Auflöſungen, allmählig in die nächſten Schichten aufwärts; ſondern die chemiſche Ausdünſtung macht auch die unterſten Luftſchichten ſpecifiſch leichter, (freilich höchſtens um 0,01,) und bewirkt dadurch einen ſchwachen Zug der Luft nach oben, welcher den in den Temperaturen über 0° zugleich an der Waſſerfläche entſtehenden phyſiſchen Dunſt mit in die Höhe nimmt und in die obern Luftregionen vertheilt. Die Dünſte ſteigen alſo chemiſch und mechaniſch an, und können jede Höhe erreichen. (?) – *Nebel*, die am *Tage* langſam in einer *beträchtlichen Ausdehnung* entſtehn, haben, wenn ſie ſehr leicht ſind, ihre Urſach in einer Erkältung, die den phyſiſchen Dunſt niederſchlägt; ſehr ſtarke, denen keine Kälte vorhergeht, ſind dagegen chemiſche Niederſchläge, und haben ihren Grund in einer Verringerung des Sauerſtoffgehalts der Luft, wozu auf der Erdfläche hinreichende Urſachen ſind. So laſſe ſich unter andern der groſse Nebel, der auf die Zerſtörung Calabriens folgte, genügend durch die damahligen groſsen Zerſetzungen durch vulkaniſche Auswürfe erklären, [und die Waſſergüſſe zu Ende vulkaniſcher Ausbrüche, über deren Entſtehn man noch in Streit iſt, *Annalen*, V, 447, und VI, 75.] *Partielle Nebel*, die zuweilen im Sommer unmittelbar vor Sonnenuntergang oder nach Aufgang der Son-

elaſtiſchen Zuſtande, nicht einmahl in Dampfgeſtalt da. Der Niederſchlag deſſelben erzeugt keine Vo-

ne über Wäldern, Seen oder Moräſten entſtehn, und das Charakteriſtiſche haben, daſs ſie die Oberfläche, über der ſie entſtehn, nicht, (ſo wie die nächtlichen Nebel,) berühren, ſondern gleichſam auf einer durchſichtigen Unterlage ſchweben, und anfangs nur ſtellenweiſe über der Fläche ſich zeigen, ſind ein phyſiſcher und chemiſcher Niederſchlag zugleich, der dicht an der verdünſtenden Fläche von dem Sauerſtoffgas verſchluckt wird, das ſich aus ihr, ſo lange die Sonne ſcheint, und noch einige Minuten nachher entbindet, der alsdann aber auch ganz nahe an der dünſtenden Oberfläche ſichtbar wird. Es ſcheint dann, als wenn ſich der Nebel ſenkt. Das Umgekehrte erfolgt öfters bei Sonnenaufgang.

An warmen Frühlings- und Sommertagen dünſtet die Erde ungemein ſtark aus. Bei *Nacht* aber, wo die Pflanzendecke, die bei Tage Sauerſtoffgas in Menge aushauchte, kohlenſaures Gas hergiebt, nimmt die Ausdünſtung ab, und die als Nebel ſich niederſchlagenden Dünſte können nicht anſteigen, weil ſie, mit Luftſäure vermiſcht, ſpecifiſch ſchwerer als die übrige Luft ſind, daher ſie dann die niedrige Atmoſphäre erfüllen. Bei Tage ſtellt die erneuerte Sauerſtoffgas-Erzeugung die chemiſche Ausdünſtung wieder her, welche die untere Luft elaſtiſcher macht; auch wird dieſe wärmer. Daher findet bei Tage ein beſtändiges Aufſteigen des Sauerſtoffgas mit den Dünſten ſtatt, und die Anhäufung deſſelben in den Wolkenregionen, (die ſich auch dadurch bewährt, daſs

lums-Veränderung in der Luft. Es ist in einem Zustande, der etwa die Mitte zwischen dem tropfbaren

die Luft in diesen höhern Regionen durchgängig trockner als in der Tiefe ist,) macht, daſs das den Sommer über immer so fortgehn könnte, ohne daſs eine Trübung entstünde, würde nicht endlich die obere Luftregion mit Electricität überladen.

Bildung und Zersetzung von Wolken. Wird der Oxydations-Prozeſs irgendwo vermehrt, so verliert die ganze Luftsäule in dieser Gegend an Sauerstoffgas und an Capacität für Dünste; und dauert dieses eine Zeit lang fort, so wird sie chemisch mit Dünsten übersättigt, die sich in physischen Dunst verwandeln, (ist die Atmosphäre damit noch nicht gesättigt,) oder schon als Niederschlag die Luft trüben. Diese physischen Dünste steigen in die höhern Luftregionen, wo sie sich, vermöge ihres Wärmestoffs, erhalten, bis, etwa in der nächsten Nacht, eine kältere Temperatur eintritt, die sie ganz niederschlagen. So entsteht ein Anfang von Wolken und der sogenannte graue Himmel; ein Prozeſs, der durch die Winde, je nachdem sie eine an Sauerstoff mehr oder minder reiche Luft herbeiführen, gestört und unregelmäſsig gemacht wird, und der, wenn er anhält, endlich dicke Wolken bilden muſs. — Jedes sich bildende Dunsttheilchen entzieht der Erde *Electricität*, daher die Wolken und die mit Wasserdünsten geschwängerte Atmosphäre in der Wolkenregion Behältnisse von thätiger Electricität seyn müssen, wie dieses auch die Erscheinungen und Versuche beweisen. Vielleicht, daſs diese Ele-

und dem elaſtiſchen hält. Das Waſſer iſt nicht die einzige Subſtanz, welche einen ſolchen Zuſtand an-

ctricität auch durch Modificationen des Sauerſtoffgehalts oder der Temperatur der Luft erzeugt wird. Sind die obern Luſtregionen endlich überladen, ſo kömmt es zu Entladungen und Ueberſtrömen der Electricität. Jede ſolche Entladung, ſo wie jeder allmählige Uebergang der Electricität, zerſetzt aber, nach Herrn Parrot's Vermuthung, (die indeſs ſorgfältiger zu bewähren ſeyn möchte,) Sauerſtoffgas, und dieſe Zerſetzungen ſind es, welche nach ihm *alle groſsen* und *plötzlichen* Waſſermeteore bewirken, ſo wie die andern Zerſetzungen des Sauerſtoffgas auf der Oberfläche der Erde, die *kleinern* und *langſamern Waſſermeteore* erzeugen.

Regen und *Gewitter*. Der Niederſchlag, den die erſte zufällige Entladung, vielleicht tief am Horizonte, bewirkt, ſey auch nur ein Pünktchen, ſo wird doch bei dieſem Niederſchlage der Dünſte die entgegengeſetzte Electricität frei. Daher erneuern ſich die Entladungen, und folgen einander immer ſchneller. Der Niederſchlag verdickt ſich nun zur Wolke, welche rings um ſich die Luft entladet und Sauerſtoffgas zerſetzt. Bald kann ſie nicht mehr ſchweben, läſst Tropfen fallen; und da der Prozeſs ſich immer mehr erweitert, je mehr ſie anwächſt, ſo iſt bald der ganze Horizont in Wolken und Regen gehüllt. Die Luft verliert durch Zerſetzung ihres Sauerſtoffgas und durch Niederſchlag der chemiſchen Dünſte beträchtlich an Volumen; daher ſtrömt die Luft aus den benachbarten Gegenden herbei. (Ent-

nimmt. Davon hat mich mein häufiger Umgang mit dem *Phosphor* überzeugt. Daſs der Phosphor ſich im

hielte auch jeder Kubikfuſs Luft bis zu einer Höhe von 1 deutſchen Meile über der Erdfläche 5 Gran Waſſer, und gäbe bei einem Regen dieſen ganzen Waſſergehalt her, (beides iſt gewiſs nie der Fall,) ſo würde das doch nur 1,607 par. Zoll Regen für die ſenkrecht darunter liegende Erdfläche geben, indeſs ſtarke Platzregen und Wolkenbrüche die Erde mit weit mehr Waſſer bedecken.) — Geht zugleich in der Nachbarſchaft ein ähnlicher Prozeſs vor, ſo nähern ſich dann die Wolken zugleich mit der ſie umgebenden Luft, und die Entladungen verdoppeln ſich im Zwiſchenraume, unter den Symptomen eines *Gewitters*, da denn die benachbarte Luft mit Orkansgewalt zum Orte dieſer ſchnellen Zerſetzungen herbeiſtürmt. Beide Gewitterwolken haben gleiche Electricität, aber die Luft um ſie die entgegengeſetzte; daher das Aufhören der Blitze beim Zuſammentreffen beider Wolken, in den ſich berührenden Stellen. — Bei dieſem Prozeſſe leidet das einzige Stickgas keine Veränderung; es iſt der Schauplatz dieſes Kampfs, der ſo lange fortdauert, bis endlich eine iſolirende Hülle von Stickgas ſich rings um die Wolken angeſammelt hat, und dadurch dem zuſtrömenden Sauerſtoffgas der Zugang zum Orte der Zerſetzung verſperrt wird. [illegible] Prozeſs die benachbarte Atmoſphäre [illegible] ſo kann ſich dabei auf eine Quadrat[illegible] Erde leicht das Waſſer aus hundert Ku[illegible] Luft ergieſsen; daher man, um Wol[illegible] zu erklären, nicht zu einer Syntheſis

reinen Stickgas volatilisire, ist, besonders seit dem Göttingischen Streite über das Leuchten des Phos-

des Wassers in der Atmosphäre seine Zuflucht zu nehmen braucht, wozu das Wasserstoffgas sich nicht leicht herbei erklären läfst. — Dieser Prozefs nicht rasch, und daher nicht von mächtigen Ausbrüchen, (oder überhaupt von gar keinen Explosionen,) begleitet, erzeugt den *mäfsigen anhaltenden Regen*, der, wie die Erfahrung lehrt, stets mehr oder weniger Electricität zeigt, je nachdem er schneller oder minder schnell entsteht. — *Gewitter ohne Regen* finden wahrscheinlich nie statt, es müfste sich denn Electricität ohne Dünste in der Atmosphäre anhäufen können, welches aber noch nicht erwiesen ist. Fällt der Regen nicht gerade da, wo das Gewitter ist, so empfängt ihn doch eine andere Stelle, wohin der Wind ihn treibt.

Der beim Regen aus der Luft sich abscheidende *Sauerstoff* verbindet sich nicht etwa mit der electrischen Materie, deren Geschäft bei dieser Zersetzung Herr Parrot lediglich darein setzt, den Wärmestoff zu binden, der den Sauerstoff in Gasgestalt erhält; sondern es tritt, wie in den Priestleyischen Versuchen, (wo das mit Lackmus gefärbte Sperrwasser sich röthete,) mit dem Wasser in Verbindung, zu dem es schon in Gasgestalt so viel Verwandtschaft hatte, und kömmt mit dem Regen zur Erde. Daher der grofse Nutzen des Regenwassers und des Schnees für die Pflanzenwelt, die darnach weit besser, als nach künstlichem Begiefsen gedeihet, und der sich, besonders seit Ingehoufs'es Versuchen, der Electricität nicht zuschreiben läfst. Und so erscheint durch

phors, bekannt; überdies habe ich durch mein Eudiometer bemerkt, daſs der Niederſchlag für ſich keine

dieſe Theorie der Prozeſs der Waſſermeteore, als das Circulationsmittel nicht nur des Waſſers, ſondern auch des Alles belebenden Sauerſtoffs; und ſo wird das noch unerklärte Phänomen begreiflich, *wie* einestheils *der Sauerſtoffgehalt der Atmoſphäre* nie ſehr beträchtliche Veränderungen leidet, und *wie* anderntheils *die Pflanzen eine ſo groſse Menge Sauerſtoffgas aushaucken können*, ohne daſs man in ihnen eine unerwieſene, bloſs aus Noth angenommene Zerlegung des Waſſers, ſich zu denken gezwungen ſey.

„Iſt gleich", ſagt Herr Parrot, „dieſe kurze Darſtellung meiner Theorie nicht hinlänglich, alle meteorologiſche Phänomenen in ihrem Detail und ihrem Zuſammenhange zu erklären; ſo bin ich doch überzeugt, daſs nur eine ſorgfältigere Bearbeitung der Theorie erforderlich wäre, um durch ſie alles genügend zu erklären. Ich bedaure es, daſs meine Entfernung von dem deutſchen gelehrten Publicum mir die Theilnahme an der fernern Ausbildung dieſer Theorie ſo ſehr erſchwert, ſo daſs ich dieſes beinahe ganz der Thätigkeit und Liberalität der deutſchen und franzöſiſchen Naturforſcher überlaſſen muſs. Ihnen übergebe ich meine Arbeit mit allen Mängeln zur Prüfung. Das Einzige, was ich mir bei der Würdigung derſelben erbitte, iſt, daſs man den bisherigen hygrometriſchen Verſuchen und den Beobachtungen mittelſt der papiernen Drachen nicht zu viel traue, ſondern lieber die

keine Volumsveränderung bewirkt, und daſs er durch Verminderung der Temperatur verurſacht wird. Man muſs demnach annehmen, daſs die Wirkung des freien Wärmeſtoffs auf dieſe Subſtanzen ſie ſo fein zertheile, daſs ihre Theile in die Zwiſchenräume der Luft aufgenommen werden können, und daſs ſie daraus niederfallen, ſobald eine Verminderung der Temperatur oder ſonſt eine andere Urſache dieſe Zwiſchenräume enger macht.

Ob der phyſiſche Waſſerdunſt die Durchſichtigkeit der Luft vermindere, oder ob dieſe Vermin-

die letztern wiederhohle, und die Hygrometrie ganz neu bearbeite."

Möchte dieſer ſehr concentrirte, aber vollſtändige Auszug aus Herrn Parrot's Grundzügen ſeiner Theorie etwas dazu beitragen die Aufmerkſamkeit der Naturforſcher auf dieſes ſcharfſinnige Syſtem zu lenken, mit dem ſich die Ausſichten zu der wahren *Chimie météorique* zu öffnen ſcheinen, welche Fourcroy, (*Syſtème des connaiſſ. chimiques*, T. 1, p. 7,) mehr im prophetiſchen Geiſte, als daſs ſie ſchon in der Wirklichkeit da wäre, (*aucun auteur a encore parlé de cette eſpèce de chimie, et elle n'a été créée que depuis quelques années*.) als zweite chemiſche Diſciplin aufführt, zu der die bisherigen *immenſes ſuites d'obſervations météorologiques, qui ſurchargent nos bibliothèques*, nach ihm ganz unnütz ſind. Das Licht, welches gegenwärtiger Aufſatz des Herrn Parrot über die viel beſtrittne Hygrometrie und die nicht minder ſchwankende Eudiometrie verbreitet, ſcheint wenigſtens dieſe Hoffnungen zu rechtfertigen. *d. H.*

derung immer Anzeige eines Niederſchlags ſey, i
noch nicht ausgemacht. Bei ſehr heiterer Luft be
merkt man hygroſkopiſche Phänomene und Refra
ctionen, welche nicht leicht etwas anderm als den
phyſiſchen Dunſte zugeſchrieben werden können. –
Indeſs, was iſt heitere Luft? Wo das Inſtrument
das den Grad ihrer Durchſichtigkeit mäſse?

Die wahre Hygrometrie ſtützt ſich alſo auf di
Kenntniſs des phyſiſchen und des chemiſchen Dun
ſtes. Hierbei iſt zu bemerken, daſs alle bisherig
Eudiometer, welche geradezu Waſſer oder doch
befeuchtete Subſtanzen erfordern, zur Entdeckung
der chemiſchen Ausdünſtung und ihrer Meſſung un
fähig ſind; ſondern daſs das Phosphor-Eudiometer,
(Oxygenometer,) allein dieſes leiſten kann. Daher
lag die Meteorologie bis auf die Erfindung dieſes
Inſtruments in einem Meere von Widerſprüchen
verſunken.

Unſre obige *Hauptaufgabe muſs auf folgende
Art aufgelöſt werden:* Einen Theil der vorgelegten
Luft muſs man mit Waſſer vollkommen ſättigen,
und dann mit dem Phosphor-Oxygenometer behandeln; einen zweiten Theil der nämlichen Luft aber,
ſo wie er gegeben wird, mit dem nämlichen Inſtrumente prüfen. Der Unterſchied an der Scale des
Inſtruments giebt die Menge des chemiſchen Dunſtes an, welche die vorgelegte Luft zu ihrer Sättigung brauchte. (Vergl. S. 169, Anm. 3.) Durch Aufhängung eines feuchten Lappens in dieſer Luft, und
Abwägung deſſelben vor- und nachher, würde man

nicht die Menge des noch aufgenommenen chemischen Dunstes allein erhalten, sondern auch des physischen. Der physische Dunst wird durch die sogenannten hygroskopischen Substanzen nicht gemessen, nur angezeigt, besonders, da man nicht weiss, ob alle solche Substanzen, oder nur einige, allen physischen Dunst niederschlagen, und da ihre wirkliche und scheinbare Wirkung von der Temperatur abhängt. Man muss also, um den physischen Dunst zu messen, zu andern Mitteln seine Zuflucht nehmen. Ein solches Mittel ist die eben erwähnte Abwägung der Wassermenge, welche die Luft überhaupt noch aufnehmen kann. Eine sehr empfindliche Wage wird dieses verrichten; aber beides zugleich, die physische und chemische Ausdünstung liefern. Da die Behandlung mit dem Phosphor-Oxygenometer die chemische Ausdünstung allein gemessen hat, so wird die Menge des noch aufgenommenen physischen Dunstes dem Unterschiede der Resultate der Wage und des Oxygenometers gleich seyn.

Um auf die Menge des in der Luft enthaltenen physischen und chemischen Dunstes aus diesen Versuchen zu schliessen, müssen Fundamental-Versuche vorangegangen seyn, welche diese Mengen für den Punkt der Sättigung angeben. Für den chemischen Dunst ist diese Arbeit schon angefangen. Ich habe schon in meiner Theorie bestimmt angegeben, wie gross die Menge des chemischen Dunstes für einen gewissen Sauerstoffgehalt war. (Vergl. S. 168, Anm.) Man muss nur noch durch Vervielfältigung

dieses Versuchs mit Luft von verschiednem Oxygengehalte das Gesetz genauer bestimmen, welches aus dem Sauerstoffgehalte der Luft das Maximum ihres möglichen Gehalts an chemischem Dunste anzeigt. Dann wird eine genaue Abwägung der Ausdünstung eines feuchten Lappens bis zur Sättigung, das Maximum des Wassergehalts überhaupt, und der Unterschied dieser beiden Resultate, das Maximum des physischen Dunstes anzeigen. Aber diese Abwägung muss für alle Temperaturen von 0° bis 80° besonders vorgenommen werden. Vielleicht würde solche Abwägung von 5 zu 5 Graden hinreichen, um eine Formel zu finden, mittelst welcher man für jeden Grad und jedes Zehntheilchen eines Grades dieses Maximum berechnen könnte, und daraus liessen sich dann Tabellen für den praktischen Gebrauch construiren.

Diese letztere Arbeit zu übernehmen, ist schon lange mein Vorsatz; war es schon vor der Entdeckung des chemischen Dunstes. Seit zwei Jahren erwarte ich eine Wage, welche zu diesen Versuchen besonders geschickt seyn wird; der Herr Prof. Schrader in Petersburg hat die Ausführung derselben gütigst übernommen, konnte aber, aus Mangel an Gehülfen, sie noch nicht liefern. Sie ist überhaupt zu meteorologischen Untersuchungen besonders aptirt, daher werde ich sie eine *meteorologische Wage* nennen. *)

*) Zwar lassen sich die *chemischen* Dünste durch die

Dieſes Wenige über die Auflöſung der Haupt-aufgabe der Hygrometrie zeigt, daſs dieſe Wiſſen-

gewöhnlichen hygrometriſchen Subſtanzen, als: Darm, Haar, Holz, Elfenbein, Fiſchbein, Habergranne u. ſ. w., nicht niederſchlagen; aber reiner Kalk und Salze könnten unter gewiſſen Bedingungen auch für ſie gute hygrometriſche Subſtanzen werden. Ob der *Lowitziſche* Thonſchiefer und der *Lüdickiſche* künſtliche Schiefer bloſs den phyſiſchen oder auch den chemiſchen Dunſt anziehn und niederſchlagen, weiſs ich nicht. *Leiſten dieſe beides, und zerſetzen dabei auf keine Art die atmoſphäriſche Luft*, ſo könnten ſie in Röhrform gebildet, und in einem Gefäſse, wie mein Oxygenometer, ein ſehr gutes und bequemes Inſtrument zum Maaſse des chemiſchen Dunſtes abgeben, welches in *dieſer* Hinſicht die koſtbare Wage entbehrlich machen würde. Ich denke mir nämlich eins meiner gewöhnlichen Phosphor-Oxygenometer ohne Phosphor, nur die Scalenröhre gegen das Abſorptions-Gefäſs in einem ſolchen Verhältniſſe, daſs ſie etwa nur 0,04 des ganzen Raums enthielte, und alſo bei einer nicht übermäſsigen Länge noch die 0,0001 bezeichnen könnte. Dieſes Inſtrument fülle man mittelſt eines kleinen Blaſebalgs mit der atmoſphäriſchen Luft, die man prüfen will, verſenke einen Lüdickiſchen rohrförmig gebildeten Stein darein, verſchlieſse und tauche das Inſtrument in Queckſilber. Da nur der chemiſche Dunſt auf das Volum der Luft Einfluſs hat, ſo gäbe das Inſtrument deſſen Niederſchlag in 0,0001 ſeines vorigen Volums an. Einige wenige Fundamentalverſuche mit einer ſehr empfind-

schaft eine ganz neue, leider! sehr mühsame Behandlung erfordert, und es ist nicht abzusehen, dass man je mit weniger Arbeit auskommen wird, denn die Wirkungen der zweierlei Arten des Dunstes sind ausserordentlich von einander verschieden. In medicinischer Rücksicht scheint der *physische* Dunst der wichtigere zu seyn, besonders jetzt, bei dem fast allgemein herrschenden nervösen Charakter der Fieber. Der Niederschlag desselben wirkt sehr nachtheilig auf die Haut, indem er die Wärme-Leitungsfähigkeit der Luft sehr erhöhet und allmählige, fast unmerkliche, aber anhaltende Erkältungen bewirkt. Auf der andern Seite erschwert dessen gänzlicher Mangel die Luftzersetzung durch die Haut und die Lunge. Daher die Schwächung dieser beiden wichtigen Organe bei anhaltend starken Frösten, welche den physischen Dunst ganz niederschlagen, die äussere Luft dadurch sehr austrocknen, und die geheizte Zimmerluft zu einer Art von Siroccoluft machen, weshalb ich schon vor zwei Jahren den Vorschlag gethan habe, in solchen Fällen nasse Lappen in den Zimmern aufzuhängen, um die Zimmerluft zu befeuchten. — Weniger wichtig für die Organisation scheint der *chemische* Wassergehalt der Luft zu seyn, ausser in so fern er eine Anzeige des Sauerstoffgehalts ist. Desto wichtiger aber ist seine Rolle in

lichen Wage würden das Verhältniss zwischen Volum und Gewicht ein für allemahl bestimmen.

P.

den wässerigen Meteoren. Ohne ihn ist kein einziges derselben erklärbar. Deswegen glaube ich, dass man von nun an die beiden Dunstgattungen in allen Versuchen, sie mögen diesen oder jenen Zweck haben, durchaus unterscheiden, und also die obige weitläufige Arbeit sich gefallen lassen muss. Was den Naturforscher etwa hierüber trösten kann, ist, dass diese Arbeit ihm zugleich den Sauerstoffgehalt der Atmosphäre anzeigt.

Dieser Blick über die Hygrometrie führt mich zu einer schnellen Uebersicht des *Zustandes der Meteorologie*, wenigstens des möglichen Zustandes derselben. Wie gross und vielfältig sind jetzt nicht ihre Mittel! Die *Thermometer* haben bei ihrer Einfachheit eine Vollkommenheit erhalten, die bei den alltäglichsten Beobachtungen die Zehntheilchen der 80theiligen Grade anzeigt. Die *Barometer* haben in der Gestalt des de Lücschen Heberbarometers eine Genauigkeit erhalten, welche kaum noch Wünsche übrig läst, und an bequemer Einrichtung derselben zu verschiednen Absichten wird noch täglich gearbeitet. Das *Manometer*, wenn man nur den zu wägenden Körper gross, und die Wage empfindlich genug macht, wird eine verhältnissmäsige Genauigkeit erhalten. Das *Phosphor-Oxygenometer* giebt bis zum tausendsten Theile den Sauerstoffgehalt der Luft an, und kann in grösserm Formate noch mehr leisten. Dessen Combination mit einer empfindlichen *Ausdünstungswage* wird den doppelten Wassergehalt der Luft genau anzeigen. Mein

Gasoxymeter, *) (Luftfäuremeffer,) giebt ihren luftfauren Gehalt in $\frac{1}{4000}$ des Luftvolums an. Der von Landriani erfundene, von mir verbefferte *Anemograph* beftimmt für jeden Augenblick eines ganzen Tages die Richtung des Windes, und ohne grofse Mühe liefse fich ein *Anemometer* erfinden, das Tag und Nacht deffen Gefchwindigkeit mäfse.

Die jetzige Phyfik kann alfo von der Luft ihre Temperatur, ihre Elafticität, ihre fpecififche Schwere, ihren Gehalt an Sauerftoffgas, an Luftfäure und Waffer, ihre Feuchtigkeit, die Richtung und Gefchwindigkeit ihrer Ströme, mit befriedigender Genauigkeit meffen. Wie fchätzbar, nicht nur für die Witterungslehre, fondern auch für die phyfikalifche Gefundheitslehre, wäre nicht eine vollftändige, ununterbrochen fortgefetzte Reihe von folchen Verfuchen über die Luft, nicht blofs an *einem* Punkte der Erdfläche, fondern, wenigftens für jetzt, auf verfchiednen Punkten eines Meridians und eines Parallelkreifes, die Europa durchkreuzen, angeftellt! Aber diefes Gefchäft mufs nicht mehr Nebenfache der Naturforfcher, oder Zeitvertreib gut meinender Müfsiggänger feyn, fondern es ift würdig, die ernfthafte Befchäftigung fachkundiger Männer zu werden. Ja, diefe Beobachtungen find

*) Vielleicht werde ich noch diefen Sommer oder Herbft diefes Inftrument, das fich von dem Humboldtifchen Anthracometer völlig unterfcheidet, befchreiben. *P.*

ſo mannigfaltig, erfordern ſo viel Zeit und Aufmerkſamkeit, daſs ſie billig die einzige Beſchäftigung der Männer, die ſich ihnen widmen wollen, werden ſollte. Wird nicht der goldene, ſo ſchwer errungene Friede die ſchöne Idee der Manheimer Societät erweitern, vervollkommnen und in der That realiſiren? Die Reducirung eines einzigen Regiments würde die Koſten dieſer wahrhaftig humanen Anſtalt reichlich liefern.

---

2. *Ausgleichung der Streitigkeiten über das Phosphor-Eudiometer; Parrot's verbeſſertes Phosphor-Oxygenometer und deſſen Gebrauch; eine gasförmige Phosphorſäure; wahrer Sauerſtoffgehalt der atmoſphäriſchen Luſt.*

Endlich tritt auſser mir noch ein Ritter des Phosphors auf. Berthollet*) vertheidigt deſſen reine, vollkommne, unbefleckte Liebe zum Oxygen gegen die abſcheulichen Verleumdungen des Rieſen Humboldt. **) Möchte doch dieſer Streit ganz

*) *Annalen*, B. V, S. 341 f. (Man vergl. auch *Ann.*, I, 508.) *d. H.*

**) In ſeinem *Mémoire ſur la combinaiſon ternaire du Phosphore, de l'Azote et de l'Oxygène, ou ſur l'exiſtence des Phosphures d'Azote oxydés*, in den *Annales de Chimie*, t. 27, pag. 141, überſetzt in Scherer's *Journal der Chemie*, B. 1, S. 573. Herr von Humboldt zieht hier aus ſeinen Verſuchen, die er in Paris, Baireuth u. ſ. w. mit Phosphor angeſtellt hatte, das Reſultat: daſs, wenn man

und allein für die Ehre des Phosphors geführt werden! Meine Verſuche über den Phosphor und die

atmoſphäriſche Luft der Einwirkung des Phosphors ausſetzt, dieſer nur einen Theil ihres Sauerſtoffs abſorbire, (die Grenzen in dieſen Verſuchen waren 0,08 und 0,23;) Salpetergas aus dem Rückſtande noch 0,02 bis 0,14 Sauerſtoff abſcheide, und was dann noch an 0,27 Sauerſtoffgehalte fehle, Sauerſtoffgas anzeige, das mit Stickgas und Phosphor, (denn letzterer ſey in beiden Gasarten auflöslich,) ſich zu einem Oxyd mit zwiefacher Baſis, einer *Phosphure d'Azote oxydée*, verbunden habe, welche das Salpetergas nur zum Theil zu zerſetzen vermöge; und daſs daher der Phosphor, ſowohl beim langſamen als beim ſchnellen Verbrennen, immer eine höchſt unzuverläſſige eudiometriſche Subſtanz ſey.

Mit Recht bemerkt indeſs hiergegen Herr Parrot, (in einem *Briefe über die eudiometriſche Eigenſchaft des Phosphors*, nebſt Beſchreibung eines richtigen Phosphor-Eudiometers, vom 8ten Febr. 1800, in Voigt's *Magazin*, B. 2, S. 154 — 185,) daſs man aus der groſsen Verſchiedenheit in den Reſultaten, nach denen der Phosphor bald $\frac{21}{27}$, bald nur $\frac{8}{27}$ des Sauerſtoffgas abſorbirte, und das Salpetergas unter gleichen Umſtänden auf ſo gar verſchiedne Rückſtände an Sauerſtoffgas deutete, nothwendig auf weſentliche Fehler in den Humboldtiſchen Verſuchen ſchlieſsen müſſe, vor welchen der geübteſte Phyſiker nicht geſichert iſt, wenn er einen neuen Gegenſtand bearbeitet, und daſs dieſe Verſuche durchaus unzureichend ſeyen, um eine Theorie über den Phosphor und ſeine

Erfindung meines Oxygenometers fallen in den November 1799; der erste Versuch mit diesem Instru-

Verwandtschaft zum Sauerstoffe zu gründen. Da die Absorption in ihnen bis 10 Tage lang dauerte, so kann der Phosphor nur $\frac{1}{250}$ des Luftvolums betragen haben; und bei einer so geringen Phosphormenge, besonders wenn sie tief liegt, muss die Luft beträchtlich bewegt werden, soll die Absorption vollkommen seyn. Die mit Phosphor nicht gesättigte und die übersättigte Luftportion mischte sich bei der Behandlung des Rückstandes mit Salpetergas, und so entstand noch eine Absorption, die dem Phosphor zukam, und fälschlich dem Salpetergas zugeschrieben wurde. Ueberdies ist wahrscheinlich bei jeder Absorption gar oft, dem Experimentator unbewusst, neue Luft hineingetreten. (Durch reine Kalkerde Sauerstoffgas aus der atmosphärischen Luft abzuscheiden, gelang auch Herrn Parrot nicht.)

Folgendes ist nach Parrot das Verhalten des Phosphors in atmosphärischer Luft, die mit *Quecksilber* in einer Flasche gesperrt ist, bei + 12 bis 15° R. Wärme. Ein weisslicher Dunst, der den Phosphor überzieht, senkt sich sogleich in Menge zu Boden, ein Theil desselben erhebt sich aber allmählig wieder und erfüllt die ganze Flasche. Bei vorzüglich gutem Phosphor strömt der Dunst zuweilen in kleinen kugelförmigen Blasen mit Gewalt von der Stange. Dabei leuchtet der Phosphor im Dunkeln ziemlich lange, wie in offner Luft, und erst dann nimmt das Leuchten ab. Während dessen steigt das Quecksilber, und zugleich überzieht es sich an der Oberfläche allmählig mit ei-

mente geſchah am 3ten December, und von der Zeit an habe ich dieſe Verſuche in zahlreicher Menge

ner Dunſtdecke, welche ſpäterhin zu flüſſiger Phosphorſäure wird. Zu *Ende* der Abſorption zeigt ſich um den Phosphor ein lichter, ziemlich ausgebreiteter Nimbus; er erweitert ſich immer mehr, leuchtet aber immer ſchwächer, erfüllt auf einen Augenblick die Flaſche und verſchwindet. Ein neues Leuchten geht aus dem Phosphor aus, verbreitet ſich und verſchwindet; dieſes geſchieht einige Mahl, und dann hört das Leuchten ganz auf. Legt man aber die Hand oder einen andern warmen Körper an die Flaſche, ſo entſteht der Schein an der Seite wo dieſes geſchieht, verbreitet ſich von da zum Phosphor und verſchwindet, und dieſes läſst ſich 5- bis 6mahl wiederhohlen; ein Beweis, daſs noch unoxygenirter Phosphor in der Luft verbreitet iſt, und den Sauerſtoff aufſucht, wozu ihm eine Temperaturerhöhung ſehr beförderlich iſt. Die Vermehrung der Abſorption während dieſer letzten Zuckungen iſt nicht merklich, weſshalb die Menge des noch in der Luft vorhandnen Sauerſtoffs nur äuſserſt geringe ſeyn kann, wie das auch das ſchwache Leuchten beweiſt; und daſs die Phosphorſtange ſelbſt dieſen wenigen noch zu zerſetzen vermochte, beweiſt ihre wiederhohlte Entzündung. — Als die Flaſche mit *Waſſer* geſperrt war, und nach vollendeter Abſorption in das um 6 bis 7° kältere Sperrwaſſer langſam eingetaucht wurde, entſtanden die ſtärkſten wolkenartigen Phosphoreſcirungen, die im ganzen Raume wie eine Feuerfluth umher ſtrömten, worauf bald die Stange

wiederhohlt. Da weder Humboldt noch selbst Berthollet Apparate hatten, welche an Genauig-

selbst am Leuchten Theil nahm, und zwar so stark als in atmosphärischer Luft. (Indem sich die Luft in der Flasche bei der Erkältung zusammenzog, drang wahrscheinlich atmosphärische Luft, (oder Sauerstoff,) aus dem Wasser in die Flasche; und zugleich entzündete der Wärmestoff, der aus den sich niederschlagenden physischen Wasser- und Phosphordünsten frei wurde, den Phosphor.) Dieses geschah wiederhohlt. Eine Menge feiner Wassertropfen zeigte sich an den Wänden der Flasche, (wahrscheinlich der chemische Niederschlag.) — Schon diese Erscheinungen sprechen sehr *gegen* die behauptete Abnahme der Absorptions-Fähigkeit des Phosphors. Noch mehr zeigte sich die Unrichtigkeit dieser Vorstellung, als man in eine Flasche eine neu geschabte Phosphorstange neben die ältere, die schon lange geleuchtet hatte, hineinbrachte. Die alte leuchtete selbst stärker als die neu geschabte. — Nebenbei ergab sich aus Hrn. Parrot's Versuchen, daſs man sich nicht schmeicheln darf, vollkommen reine Luftarten zu haben, wenn sie mit Quecksilber manipulirt werden, (es geschehe denn mit der gröſsten Sorgfalt,) woraus sich vieles bei den Göttingischen Versuchen erkläre. Ist der Luftdruck von innen geringer als der äuſsere, so steigen aus dem Quecksilber Luftblasen in die Flasche, wie sich das im Dunkeln am Leuchten des Phosphors und bei Tage an übergegoſsnem Wasser zeigt. So weit Herrn Parrot's Versuche.

d. H.

keit den meinigen gleich kamen, und beide überdies den Einfluſs des Waſſerdunſtes nicht kennen; ſo ſey es mir erlaubt, zwiſchen dieſe beiden groſsen Gegner zu treten, und etwas zur Berichtigung ihrer beiderſeitigen Verſuche zu ſagen. *)

*) Folgendes iſt im Weſentlichen die Einrichtung des *Parrotſchen Oxygenometers* oder *neüen Phosphor-Eudiometers*, wie Herr Parrot es theils in Voigt's *Magazin*, B. 2, S. 175 f., beſchreibt, theils den Gebrauch deſſelben ſpäterhin verbeſſert hat. Die Abſorptionsröhre *AB*, (Fig. 2, Taf. III,) hat oben eine Erweiterung *AC*, worein beim Verſuche eine Phosphorſtange, dicker als der untere, möglichſt gleichförmige Theil *CB* der Glasröhre, hinein gelegt wird, um nicht in dieſe hinab zu fallen. (In Herrn Parrot's Normal-Eudiometer ſcheint ſie 30 Zoll, in den kleinern nur halb ſo lang zu ſeyn.) Um die Röhre zu graduiren, verſchlieſst man ſie bei *B* mit einer Blaſe, die man antrocknen läſst, und ſo gut an ſie befeſtigt, daſs ſie nicht losläſst, wenn die Röhre mit Queckſilber gefüllt iſt. Nachdem die Röhre erſt leer, dann mit Queckſilber bis *aa* gefüllt, gewogen worden, und man von dieſem Raume das Volumen des Phosphors, den man brauchen will, abgezogen hat, (Herr Parrot empfiehlt, um unter ſich harmonirende Eudiometer zu erhalten, ſtets ein Phosphor-Volum von $\frac{1}{11}$ des ganzen Volums der Röhre, und mithin von $\frac{1}{10}$ des reinen Abſorptionsraums, zu nehmen, und danach die Scale ein für allemahl einzurichten;) ſo erhält man den reinen Abſorptionsraum in Granen Queckſilber. Darauf

Die Verſuche Humboldt's ſind unſtreitig zu flüchtig angeſtellt. Ich glaube es in der Beſchrei-

wiegt man von *B* an die Eintheilung der Scale etwa von 0,03 zu 0,03, oder von 0,05 zu 0,05 ab, ſo weit als die Scale gehn ſoll, (gewöhnlich bis 0,35 oder 0,4 des reinen Abſorptionsvolums,) und zeichnet die Höhen auf das Glas. Iſt die Röhre nicht allzu ungleich, ſo laſſen ſich dieſe Theile dann mit dem Zirkel weiter eintheilen, und ſo die Scale abreiſsen. (Auf Herrn Parrot's gröſserm Eudiometer iſt ſie in Tauſendtheilchen, jedes noch $\frac{1}{14}$ rheinl. Zoll lang, und auf den kleinern in Hundertheilchen, jedes $\frac{1}{4}$ Zoll lang, und in Viertel derſelben eingetheilt.) Auf der Sorgfalt, womit alles dieſes gemacht wird, beruht die Güte des Inſtruments. — Man füllt dann wieder alles Queckſilber in die Röhre, und paſst die eiſerne Schraubenmutter *A*, deren Oeffnung ebenfalls weiter als die Röhre *BC* ſeyn muſs, ſo tief hinein, daſs unter ihr, über dem Queckſilber, nur ein kleines Luftbläschen bleibt. Dieſen ihren Stand bemerkt man, und kittet ſie, nachdem das Queckſilber herausgegoſſen worden, in demſelben feſt, wozu ſich Herr Parrot des in Weingeiſt oder Terpenthinöhl erweichten, heiſs aufgetragnen Siegellacks bedient, wovon er das Ueberflüſſige in der Röhre, dem ſich anders nicht beikommen läſst, mit Kali wegbeizt. Die Schraube *D* hat einen Anſatz *d*, welcher, mit Fett beſtrichen, die Oeffnung völlig luftdicht verſchlieſst, und ihr Zapfen *e* muſs noch etwas unter der Mutter hervorragen. Man ſchraubt ſie feſt ein, nimmt dann die Blaſe von der Oeffnung *B* weg, und

bung meines Eudiometers gezeigt zu haben. Ueberdies wuſste ich damahls noch nicht, daſs Humboldt

füllt durch dieſe die Röhre ganz voll Queckſilber. Gehn nun einige Gran weniger als zuvor hinein, ſo feilt man vom Zapfen *e* ſo viel ab, bis endlich die Röhre wieder genau die vorige Queckſilbermenge faſst. Solche Röhren mit aller Sorgfalt auf die angegebne Art graduirt und adjuſtirt, gaben über alle Erwartung harmonirende Reſultate. — Herr Parrot zeichnet die Scale auf einem mit Eyweiſs an die Röhre angeklebten Papierſtreifen, und überzieht ſie mit einem Weingeiſtfirniſs, damit man das Inſtrument waſchen kann. Um die Phosphorſtange zu verhindern, in die Scalenröhre hinabzufallen, erweicht er ſie in warmem Waſſer, und macht das eine Ende derſelben durch Aufſtoſsen etwas dicker.

Eine gewöhnliche, unten zugeſchmolzne Glasröhre dient zum Queckſilbergefäſse *cb*, (Fig. 3,) worin die Abſorptionsröhre ſteht, und woraus das Queckſilber bei der Abſorption in ſie hinaufſteigt. (Waſſer hierzu anzuwenden, iſt wegen der Luft und Feuchtigkeit, die aus dem Waſſer in die Abſorptionsröhre tritt, nicht rathſam.) Dieſe äuſsere Röhre muſs etwas höher als die Scale hinauf reichen, und ihr innerer Durchmeſſer den äuſsern Durchmeſſer der Scalenröhre um etwa 3‴ übertreffen, um dem Queckſilber im Zwiſchenraume beider freies Spiel zu geſtatten, ohne doch überflüſſig Queckſilber zu erfordern. Ein hängendes, unten mit einem Abſatze verſehenes Brett *pq* trägt dieſes Gefäſs mittelſt zweier

Rin-

oldt den wichtigen Fehler beging, die Tempera-
r aus der Acht zu lassen. (*Ann.*, III, 92, und VI, 414.)

Ringen *sr*, die mit Charnieren versehen sind, um die Röhre leicht und sicher abnehmen zu können.

Beim Gebrauche verfährt man folgendermaſsen: 1. Man beobachtet Barometer- und Thermometerstand, füllt dann ein paar Zoll hoch Quecksilber in das äuſsere Gefäſs, legt die reine Phosphorstange, deren Volumen nahe $\frac{1}{10}$ des reinen Absorptionsraums betragen muſs, in die Absorptionsröhre, und verschlieſst diese durch die mit Fett bestrichne Schraube luftdicht. — 2. Darauf füllt man mittelst Quecksilbers die Absorptionsröhre mit der zu prüfenden Luft, die man zuvor mit Feuchtigkeit gesättigt hat; (ob durch Aufhängung eines nassen Lappens darin, oder, indem man sie durch Wasser gehn läſst, sagt Herr Parrot nicht; im letztern Falle könnte man die Röhre, wie es scheint, nur gleich mittelst Wassers füllen.) Ist dazu Luft aus einer Bouteille bestimmt, und man will sich nicht des Gasapparats bedienen, so reicht es hin, die Luft in eine langhalsige Flasche zu bringen, die 4- bis 5mahl so viel als die Röhre faſst, in diese, indem der Hals nach unten gekehrt ist, die Röhre voll Quecksilber hineinzuschieben, und dann das Ganze auf eine geschickte Art umzukehren, welches hinlängliche Genauigkeit giebt. — 3. So bald die Absorptionsröhre gefüllt ist, versenkt man sie schnell in das äuſsere Gefäſs *cb*, wo sie ruhig bis zu Ende der Operation stehn bleibt. Das Quecksilber darf in der Scalenröhre nie höher stehn, als im äuſsern Gefäſse; sonst entwickelt sich daraus Luft. Man

Bei meinen Verſuchen, *im feſten Zimmer*, im Winter beſonders, habe ich oft Temperaturunterſchiede

muſs daher während der Abſorption von Zeit zu Zeit Queckſilber nachgieſsen, und, wenn die Abſorptionsröhre im Queckſilber ſchwimmt, ein kleines Gewicht an die Schraube *A* anhängen, damit das Queckſilber in ihr nicht höher als auſsen ſtehe. Beim Beobachten des Queckſilberſtandes nach vollendeter Abſorption muſs das Queckſilber innen und auſsen vollkommen im Niveau ſtehn. — 4. Weder beim Füllen noch beim Beobachten darf man die Abſorptionsröhre mit bloſser Hand anfaſſen, ſich ihr auch mit dem Geſichte nicht zu ſehr nähern. — 5. Wenn der Phosphor zu leuchten aufhört, iſt es gut, die Abſorptionsröhre im Queckſilbergefäſse herauf und herunter zu bewegen, damit im Innern der Luft Bewegung entſtehe. Zwar ſenkt ſich der aufgelöſte Phosphor bis auf das Queckſilber in der Röhre herunter, doch wirkt er dort nicht ſo vollkommen, als in der Nähe der Stange. — 6. Bei wichtigen Eudiometer - Beobachtungen müſſen dann wieder der Barometer - und Thermometerſtand beobachtet, und, hat ſich dieſer geändert, der Eudiometerſtand danach corrigirt werden. (Geſchieht die Abſorption in 2 bis 3 Stunden, ſo kann man beide Correctionen gewöhnlich überſehn.) Im Falle groſser Wärmeunterſchiede ſucht man lieber die vorige Temperatur wieder herzuſtellen, weil die Unterſuchungen über die Dilatation des Stickgas durch Wärme noch zu miſslich ſind. Für geringe Temperaturunterſchiede rechnet Herr Parrot, daſs für je 1° R. ſich das Luft-

von 4, 5 und mehrern Reaumürischen Graden, welches Veränderungen von 1 bis 2 Procent verursacht.

volumen um 0,0045 bis 0,005 ändert. (Nach Prof. Schmidt's Versuchen bei 27″ 28‴ Barometerstand, ändert sich das Volumen der atmosphärischen Luft gleichmäfsig für je 1° R. um 0,00447; das Volum des Stickgas im Mittel von 0° bis 80° R. um 0,006, auch ziemlich gleichförmig.) Bei gewöhnlichen Barometerhöhen und gewöhnlicher atmosph. Luft rechnet ferner H. P. für je 1‴ Variation im Barometerstande, 0,00225 Variation im Luftvolumen; doch ist es auch leicht, sie jedes Mahl genauer zu berechnen. — 7. Nicht alles Sauerstoffgas verschwindet auf diesem Wege, sondern 0,075 des absorbirten bildet mit dem Phosphor eine Art gasförmiger Phosphorsäure. Man addire daher zu der corrigirten Absorption noch 0,075 derselben hinzu, so hat man die gesammte Absorption; (eine Correction, von der noch weiterhin die Rede seyn wird, und über die wir von Herrn Parrot in seiner Eudiometrie mehr zu finden erwarten, da sie nur auf einer einzigen Beobachtung beruht.) — 8. Die so erhaltne gesammte Absorption giebt den *Sauerstoffgehalt* der Luft, sammt dem *chemischen Dunste*. Wegen dieses ist 0,02 abzuziehn, (genauere Bestimmungen dürften wir gleichfalls in Herrn Parrot's Eudiometrie wünschen.) Und so ergiebt sich endlich der *wahre Sauerstoffgehalt der Luft*. — 9. Nach geendigtem Versuche läfst man das Instrument unberührt stehn. Der Phosphor wird durch die Einwirkung des Stickgas blofs dunkler an Farbe, ohne an seiner Güte zu verlieren, scheint vielmehr emplind-

Aber auf der andern Seite kann ich nicht alle Behauptungen Berthollet's unterſchreiben. Fürs erſte muſs das Inſtrument nicht mit Waſſer geſperrt

licher zu werden, und braucht erſt, wenn er nach vielen Beobachtungen merklich abgenommen hat, mit einer andern Stange vertauſcht zu werden. Herr Parrot wäſcht ihn und die Röhre zwar vor jeder ſorgfältigen Beobachtung; doch nur, um dadurch die Abſorption während des Füllens und Einſetzens der Röhre unmerklich zu machen. Auch hebt er ſeinen geſchabten Phosphor nicht im Waſſer, ſondern in engen geſchloſsnen Röhren auf, worin er ſich vortrefflich erhält und wodurch das neue Schaben erſpart wird.

Drei, auf dieſe Art von zwei verſchiednen Beobachtern behandelte und mit gleicher Luft gefüllte Eudiometer gaben eine Abſorption durch Phosphor, das erſte von 0,2225, das andere von 0,222214, das dritte von 0,2225 des reinen Abſorptionsraums, (ohne Correction, 7;) ein andermahl von 2 Eudiometern, das eine eine Abſorption von 0,2015, das andere von 0,20125. „Dieſe groſse Uebereinſtimmung der Verſuche mit zwei und drei Eudiometern unter ſehr verſchiednen Umſtänden, beweiſt offenbar, (bemerkt Herr Parrot,) nicht nur die Regelmäſsigkeit, welche dieſe Inſtrumente in ihren Reſultaten gewähren können; ſondern auch, daſs in den *Humboldtſchen* Phosphorverſuchen durchaus ein oder mehrere Fehler obwalten, und daſs ſie daher keinesweges als Beweis gegen die eudiometriſche Vollkommenheit des Phosphors angeführt werden können."

d. H.

werden, besonders wenn es eine weite Scalenröhre hat. Die Ausdünstung und das Verschlucken der Luftsäure modificiren gewiss die Resultate. Zweitens verwechselt **Berthollet** die zweierlei Zustände, in welchen sich Phosphor in Stickgas, nach der Zersetzung der atmosphärischen Luft befindet. (*Annal.*, V, 346, und VI, 426.) Hier meine Beobachtungen hierüber:

Das Stickgas ist fähig, den Phosphor in *Dunst* aufzulösen, nicht in Gas. Dieser Dunst schlägt sich, wie jeder physische Wasserdunst, (wie der Russ,) durch Verminderung der Temperatur nieder, (S. 178 f.) Ich habe es öfters, beinahe jedes Mahl, in meinen Eudiometern, beobachtet. Allgemein genommen schlug sich dieser Dunst nach der Zersetzung der Luft nieder, besonders bald, wenn die äussere Luft erkaltete. Eines solchen Niederschlags entstand immer mehr in dem Eudiometer, der eine grössere Portion Phosphor nach Verhältniss des Inhalts des Gefässes enthielt, und wenn die Temperatur überhaupt hoch war. Mein Normal-Eudiometer, das ehemahls etwa an Volum nur $\frac{1}{30}$ Phosphor enthielt, zeigte oft keinen gelben Niederschlag; hingegen gab ein weit kleineres, das aber $\frac{1}{6}$ an Phosphor enthielt, jederzeit sehr viel gelben Niederschlag. Dieser Unterschied ist sehr auffallend und war mir lange unerklärbar. Im Kleinern, wo die Zersetzung gewöhnlich 4- bis 8mahl geschwinder vor sich ging, als im Grossen, musste die erzeugte Wärme viel grösser seyn; dadurch verflüchtigte sich mehr Phos-

phor, der nach der endlichen Erkältung niederfiel. Bei welcher Temperatur aller Phosphor sich niederschlagen würde, weiſs ich nicht, so wenig als den Sättigungspunkt für die verschiednen Temperaturen. In einer Flasche, in welcher ich eine Portion etwas angesäuerten Phosphors, die mir merkwürdig war, (diese Merkwürdigkeit hatte auf einen andern Versuch Bezug,) hermetisch verschlossen hatte, geht eine abwechselnde Sublimirung und Niederschlagung des Phosphors seit 2 Jahren beständig vor sich, so daſs die Flasche schon über und über mit orangegelbem Niederschlage rundum beschlagen ist. Ich glaube, daſs das Phosphorstück endlich ganz verschwinden wird. Die eingesperrte Luftportion, welche anfangs atmosphärische Luft war, beträgt kaum $1\frac{1}{2}$ Kubikzoll, und es haben sich schon gewiſs 5 Grān Phosphor niedergeschlagen. Dieser Dunstzustand des Phosphors im Stickgas, ist also nicht zweifelhaft. Dieser Phosphor hat auf dessen Volum keinen Einfluſs. (S. 185.) Wenigstens habe ich noch keinen Unterschied wahrnehmen können, vor und nach dem Niederschlage, ob ich gleich ihn absichtlich, und mit vielem Fleiſse, gesucht habe, und, bei diesem Fleiſse, an meinem groſsen Eudiometer Veränderungen von $\frac{1}{4}$ eines Tausendtheilchens (nicht berechnen sondern) beobachten kann.

Das Stickgas der zersetzten atmosphärischen Luft enthält aber auch noch Phosphor in Gasgestalt; aber gesäuert. Der Grund, den ich ha-

be, eine *gasförmige Säure aus dem Phosphor* anzunehmen, ist der, daſs dieses phosphorische Gas sich mit Alkalien sehr schnell verbindet, wie ich es oft bemerkt habe. Darauf gründe ich eine Methode, sehr reines Stickgas aus der Atmosphäre zu bekommen. Freilich könnte vielleicht sonst eine Verbindung des Phosphors mit dem Alkali, eine Art Phosphorleber, entstehn: allein es ist keine solche Verbindung mir bekannt, und sie ist hier nicht wahrscheinlich, weil aller Geruch verschwindet. Die Untersuchung dieser Säure, welche ich wegen anderer Arbeiten aussetzen muſste, wird vielleicht auf die Kenntniſs der Natur des Phosphors führen. Ich glaube fast, daſs dessen Hauptbestandtheile Hydrogen und Kohlenstoff sind; jenes wahrscheinlich sehr schwach oxydirt, aber in überwiegender Menge. Wenigstens ist die Gegenwart des Kohlenstoffs bei der Färbung des Phosphors durch den Gebrauch, beinahe nicht zu läugnen. Meine Phosphorstangen sind vom dunkelsten Braun, wenn ich sie ½ Jahr lang gebraucht habe. Beim Umschmelzen derselben, auch wenn ich sie vorher noch so rein abwusch, setzt sich viel einer orangefarbigen Substanz auf den Boden nieder, und die neue durchsichtigere Stange zeigt völlig schwarze Flecken und Streifen, welche in der vollkommnen Salzsäure ausgebleicht werden können. *)

*) Sollte nicht der Sauerstoff nach und nach ins Innere des Phosphors eindringen, Oxydationen da-

Diese präsumptive gasförmige Phosphorsäur sehe ich als ein Produkt des Sauerstoffs an, nich aber als ein Produkt des Stickstoffs. Daher ha be ich bei der sehr genauen Untersuchung ih rer Quantität in der zersetzten Luft, diese Quan tität als eine Function des Sauerstoffgehalts de Luft angesehen, und diese Menge für jedes 0,0 berechnet, welches mir zur Basis einer Correctio der Resultate des Eudiometers dient. Bei eine Luft, die 0,19985 Sauerstoff enthielt, fand ich d Menge dieser Gasart = 0,01489; welches für j des 0,01 Sauerstoff, 0,00075 ausmacht, und m Berthollet's Angabe von beinahe $\frac{1}{40}$ *) nich übereinstimmt, da $\frac{1}{40}$ = 0,025 ist. Seine Luft ha te nach seiner eignen Angabe 0,22 Sauerstoff, al ohne diesen Zusatz etwas weniger als 0,20, mith beinahe so viel als die Luft, welche ich zu mein Bestimmung nahm. Der Grund zu diesem Unte schiede mag von der Feuchtigkeit, vom chemische Dunste, herrühren, auf welchen ich bei dieser U tersuchung sorgfältig Rücksicht nahm, Bertholl aber wahrscheinlich nicht. Diese Untersuchun

selbst erzeugen, und so die beiden Bestandthei des Phosphors trennen? Der gelbe Niederschl beim Schmelzen entzündet sich schlecht, flamm sehr wenig, muss also ein Oxyd seyn. Bestätig sich diese Muthmaßungen, so würde der rei Phosphor eine Art von Alkohol in fester Gest seyn. *P.*

*) *Annalen*, V, 346. *d. H.*

wird Scherer oder Voigt wahrscheinlich schon dem Publicum mitgetheilt haben. *)

*) *Eine sehr wichtige Correction am Phosphor-Eudiometer.* In Voigt's *Magazin*, B. 3, S. 185 — 194, wo indess in Zahlen und Worten der Druckfehler so viele sind, dass ich manches nur rathen muss. — Um zuvor aus der zu untersuchenden atmosphärischen Luft das kohlensaure Gas möglichst abzuscheiden, liess Herr Prof. Parrot diese Luft 3 Tage lang über flüssigem halbkohlensauren Kali stehn, und durchschüttelte sie damit wiederhohlt. Dann wurde diese Luft im Quecksilber-Apparate in eine gegen 5''' weite und 21'' pariser Maass lange Glasröhre gebracht, darin die Absorption des Sauerstoffs durch Phosphor veranstaltet, und als sie vollendet war, die Röhre in ein hohes Gefäss mit flüssigem Kali gebracht. Die Höhe, bis zu welcher dieses sogleich in der Röhre stieg, zeigte die Menge des absorbirten Sauerstoffgas. Nach 12 Stunden, wobei die Röhre mit dem Kali 6- oder 7mahl sanft geschüttelt war, damit alle Lufttheilchen mit demselben in Berührung kamen, als das Kali schon lange nicht mehr in der Röhre stieg, wurde der Stand desselben genau bemerkt. Die wohl getrocknete und gereinigte Röhre wurde darauf in ihrem ganzen Inhalte, und in ihrer Capacität bis an den beiden bemerkten Ständen, genau mit Quecksilber, auf einer Wage, die bei 1 Pfund noch mit $\frac{1}{4}$ Gran Ausschlag gab, ausgewogen, nachdem alle kleine Luftbläschen an der innern Oberfläche, durch Vereinigung zu einer grossen Blase, hinaus geschafft waren. Die ersten Versuche missglückten; fol-

Endlich stimmen meine Beobachtungen über die atmosphärische Luft mit denen des ägyptischen Che-

gender gelang mit der äussersten Genauigkeit, so dass dabei höchstens aus der Schwierigkeit, die bei Eudiometern nach der bisherigen Einrichtung unvermeidlich ist, den Stand des Kali ganz genau zu bemerken, ein Fehler entstanden ist. Es wog an Quecksilber

	Gran.	bei einem Stande des Barometers.	Thermomet.	Unterschied.
der Inhalt der ganzen Röhre	11705	27″ 11,7‴	+ 10,9° R.	
der Phosph. 9,1 Gran wiegend	670			
d. Luftrückstand nach d. Absorpt. durch Phos.	8972	27 8,7	12	— 3‴ + 1,1°
und nach d. Absorption durch Kali	8937	27 5,6	13,1	— 6,1‴ + 2,2°

Folglich betrug nach diesen Versuchen

	in Gran. Quecksilber	in Theilen des reinen Absorpt. Raums unverbessert	verbessert
der reine Absorptionsraum	11035	1	1
d. Absorpt. durch Phosphor	2063	0,18697	0,19985
durch Phosphor und Kali	2103	0,19057	0,21474
durch Kali allein	40	0,00362	0,01489

wobei Hr. Parrot die Correctionen nach S. 203, Anm., (für

— 3‴ zu + 0,00690 und + 1,3° zu + 0,00598
— 6,1 + 0,01403 + 2,1° + 0,01012

Theilen des reinen Absorptionsraums,) in Rechnung bringt.

nikers nicht überein. Er fand beſtändig gleichen Sauerſtoffgehalt, und zwar nach allen Reductionen 0,22. In meinen ſpätern Verſuchen, (ich führe abſichtlich die frühern nicht an, welche vielleicht aus

Da beim Schütteln das Kali immer etwas an den Wänden der Röhre hängen bleibt; ſo ſetzt Herr Parrot *die wahre Abſorption durch Kali allein* wenigſtens auf 0,015 des reinen Abſorptionsraums, oder auf $\frac{0,015}{0,2} = 0,075$ des Abſorptionsraums durch Phosphor. Und daraus folgert er die Regel, daſs man die Phosphor-Abſorption, in Theilen des ganzen Abſorptionsraums ausgedrückt, nachdem ſie wegen des Barometer- und Thermometerſtandes verbeſſert worden, *noch mit* 0,075 *multipliciren, und dieſes Produkt zu der gefundnen Abſorption hinzufügen müſſe*, um die Summe des wahren Sauerſtoff-Gehalts der atmoſphäriſchen Luſt zu erhalten. Da aber eine ſolche Regel auf einer einzigen Beobachtung nicht allzu ſicher ſteht, ſo dürfen wir mehr darüber in Herrn Parrot's Eudiometrie erwarten.

Da Herr Parrot ferner fand, daſs das Gemiſch aus Stickgas und gasförmiger Phosphorſäure bei Veränderung der Temperatur ſein Volumen nach einem andern Geſetze, als die atmoſphäriſche Luſt, und in zwei Eudiometern mit verſchiednen Phosphormengen nicht gleichmäſsig änderte; ſo gründet er darauf den Vorſchlag, *bei allen Eudiometern ſich eines Phosphor-Volums zu bedienen, welches $\frac{1}{10}$ des reinen Abſorptionsraums*, mithin $\frac{1}{11}$ der Abſorptionsröhre, *gleich iſt*, wodurch erſt völliges Harmoniren erreicht werde. *d. H.*

Mangel an Kenntnifs des neuen Gegenftandes nicht ganz richtig feyn mochten,) variirte diefer Gehalt von 0,207 bis 0,23, die erwähnte Reduction nicht mitgerechnet. Setze ich meine Reduction dazu, fo find die Grenzen 0,222525 und 0,24725. Nimmt man Berthollet's Angabe zur Correction, fo find diefe Grenzen 0,232 und 0,255.*) Zahlreichere Verfuche werden vermuthlich diefe Grenzen noch etwas erweitern; für jetzt kann man wohl 0,025 für den gröfsten Unterfchied anfehen, und annehmen, dafs der gröfste Sauerftoffgehalt der atmofphärifchen Luft etwa = 0,25 ift. Der Grund, den Berthollet für die Beftändigkeit des Sauerftoffgehalts angiebt, nämlich die Bewegung der Luft, beweift allerdings, dafs diefer Gehalt nicht fehr ftark variiren kann, fchliefst aber Variationen von 2 bis $2\frac{1}{2}$ pC. nicht aus, es verfteht fich, für fehr entfernte Orte und verfchiedne Zeiten. Ein Wind,

*) Diefer Unterfchied fcheint mir daraus fich leicht erklären zu laffen, dafs Berthollet nicht auf den Gehalt an Feuchtigkeit der Luft fah, die er zerfetzte. Gefetzt, fie fey halb mit Feuchtigkeit gefättigt gewefen, fo würde 0,01 für diefe abzuziehn feyn, (S. 203, Anm. 8,) und die Grenzen des Sauerftoffgehalts der atmofphärifchen Luft, nach Berthollet's Verfuchen, 0,222 und 0,245 werden, alfo faft ganz mit den Parrotfchen zufammenfallen, welches den trefflichften Beweis für die Vollkommenheit des gehörig behandelten Phosphor-Eudiometers abgeben würde. *d. H.*

der 15 Fuſs in einer Sekunde durchläuft, braucht etwa 5 Tage, um eine Strecke von 18° zu durchſtreichen. Warum ſollte z. B. vor einem Südwinde die Luft in Schottland, Schweden, Norwegen, Ruſsland nicht an Sauerſtoff ärmer ſeyn, als 5 Tage nach deſſen Entſtehung, wenn z. B. eine üppige Vegetation, von vielem Sonnenſcheine begünſtigt, viel Sauerſtoffgas in Italien, im nördlichen Afrika, in Griechenland entwickelt hat? Warum ſollte ein Oſtwind, der über Aſiens Vegetation herkömmt, nicht Europa mit mehr Sauerſtoff verſehen, als der Weſtwind, der über das atlantiſche Meer herweht, wo er keine Sauerſtoff-Entwickelung antrifft? Und iſt dieſer Unterſchied an Sauerſtoffgehalt jener Winde nicht die Haupturſache ihrer hygrometriſchen Phänomene. *)

*) Hier noch einige intereſſante *Reſultate*, welche Herr Parrot aus ſeinen eudiometriſchen Verſuchen in einem im Juni 1800 geſchriebnen Briefe, in Voigt's *Magazin*, B. 2, S. 219 f., mittheilt. Da er ſeitdem erſt die vorhin erwähnte wichtige Correction für das Phosphor-Eudiometer aufgefunden hat, ſo habe ich alle ſeine Angaben um 0,075 derſelben vermehrt. Eine *äuſserſt verdorbne Luft*, worin Menſchen anfingen ohnmächtig zu werden, enthielt noch einen Sauerſtoffgehalt von 0,183. — Gemeine atmoſphäriſche Luft verliert bei einem *einmahligen Durchgange durch die Lunge* nach allen Reductionen für Temperatur und Feuchtigkeit nicht mehr als 0,0138 Sauerſtoffgas.

3. *Wie ließen sich Gewitter unschädlich machen?*

Indem ich dieses Schreiben beendige, erhalte ich eben von dem Herrn Landrath von Sivers, der

Ihre Zersetzung erzeugt einen Niederschlag von Wasserdünsten, und diese befördern umgekehrt die Zersetzung; daher die Feuchtigkeit des Hauchs. — Atmosphärische Luft von einem Sauerstoffgehalte 0,226 durch einen großen Haufen *brennender Kohlen* etwas schnell, aber so getrieben, daß nichts daneben gehn konnte, enthielt noch nach dem Durchgange 0,14 Sauerstoffgas. — *Essigdünste* bringen in atmosphärischer Luft von ungefähr 0,226 Sauerstoffgehalt, bei 12 bis 15° Temperatur eine Erhöhung des Sauerstoffgehalts von 0,065 hervor; ein auffallendes und unerwartetes Resultat, welches Herr Parrot wiederhohlt und unter verschiednen Umständen stets erhalten hat, und wobei der Einfluß des Wasserdunstes gehörig in Rechnung gebracht ist, (und was in Verbindung mit den Guytonschen Versuchen, *Annal.*, IX, 367, noch interessanter wird.) „Dieses", sagt Herr Parrot, „bietet also ein sehr einfaches und sicheres Mittel dar, *um verdorbne Luft mit Sauerstoffgas zu schwängern.* Da der Gehalt einer guten Zimmerluft gewöhnlich zwischen 0,226 und 0,238 ist, und eine äußerst verdorbne Luft noch 0,183 Sauerstoff enthält, so sieht man, wie leicht und vollständig Essigdünste sie verbessern können. Ich habe diese Verbesserung schon im Großen, im Rigaer Armen- und Krankenhause dadurch mit Vortheil benutzt, daß ich bei gewöhnlicher Temperatur leinene Lappen in Essig

auf feinem Gute in Livland wohnt, *) einen Brief, in welchem ich folgendes lefe: „In der Nacht, die

tauchte und im Zimmer aufhing." — *Weinfteinfäure* auf die nämliche Art angewandt, hatte nicht den mindeften Einflufs auf den Sauerftoffgehalt der Luft, und Herr Parrot vermuthet, dafs dieses der Fall mit allen nicht-riechenden Säuren feyn dürfte, indefs vielleicht alle riechenden fich wie der Effig verhalten möchten, (Verfuche hatte er bis dahin noch nicht darüber angeftellt,) da denn jede Einwirkung einer Säure auf unfer Geruchsorgan eine Zerfetzung der Säure in der Luft anzeigen würde, worauf am Ende vielleicht alle Gerüche hinauslaufen möchten. „Es ift unglaublich," fchliefst Herr Parrot, „wie viele Vortheile die Naturlehre aus guten Eudiometern ziehn kann." Sicher fehn auch alle Phyfiker der *Eudiometrie*, an welcher Herr Profeffor Parrot fchon feit längerer Zeit arbeitet, mit Sehnfucht entgegen. *d. H.*

*) Der ehemahlige Gouvernements-Marfchall, deffen *Merkel*, in feinen Schriften über die Letten, auf eine fo ehrenvolle und ausgezeichnete Art erwähnt, und von dem ich es verbürge, dafs diefes keine Selbftbecomplimentirung über fein Gefühl war; dafs es Wahrheit ift. Ich habe ihn zweimahl nach Petersburg reifen fehn, in der feften Ueberzeugung, dafs er das Opfer feiner Liebe für feine Nebenmenfchen feyn würde; andere fahen ihn gegen die Türken kämpfen, und gegen den allmächtigen Potemkin. Immer war er derfelbe. Nur das Leiden anderer erfchütterte ihn. *P.*

ich bei Ihnen in Riga zugebracht habe, bin ich um etwa 4- bis 5000 Thaler ärmer geworden. Ein fürchterlicher Sturmwind mit Hagel hat uns 360 Scheiben im Hause eingeschlagen, mein ganzes Hofesfeld und eine Hoflage an Weitzen, Roggen, Gerste und Hafer dergestalt niedergeschlagen, als hätte man den Dreschflegel einige Mahl darüber geführt. Das gröfste Glück dabei ist, dafs meine Bauern verschont worden sind.“ Dieses Unglück erweckt in mir einen sehnlichen Wunsch, dafs man endlich Versuche anstelle, um die Gewitter so unschädlich zu machen, als ihren Begleiter, den Blitz. Einen Strahl von Hoffnung sehe ich in folgender Betrachtung: Das Gewitter entsteht durch eine grofse und schnelle Zersetzung der Luft durch electrische Explosionen. Die Folge davon ist nicht nur ein Niederschlag des chemischen Dunstes, sondern auch eine plötzliche Dilatation der Luftschichten, welche die Wolken umgeben. Diese Dilatation erzeugt Kälte, und geschieht sie sehr plötzlich, so mufs die Temperatur in dieser Höhe mehrere Grade unter den Frierpunkt des Wassers fallen; wenigstens scheint mir dieses die natürlichste Auslegung der Bildung des *Hagels*. Aus der nämlichen Ursache entsteht der Sturmwind.

Wie, wenn man die grofse Spannung nicht erwartete, um das Gewitter entstehen zu lassen? Sollte man nicht der Atmosphäre das Gewitter gleichsam *inoculiren* können? Jede beträchtliche Zersetzung

tzung des Sauerstoffgas müsste, denke ich, dieses bewirken.

Aber wie in der Region des Gewitters solche Zersetzungen bewirken? Dieses ist eine Aufgabe für Kunstverständige in der Artillerie. Wäre es unmöglich, eine schwache Bombe von etwa 20 Pfund Pulver hoch genug zu schiessen, und so, dass sie im höchsten Punkte ihres Steigens platzte? Die dadurch bewirkte Zersetzung des Sauerstoffgas wäre hinlänglich, um den Gewitterprozess anzufangen, der, wenn er angefangen hat, durch die rege gemachte Electricität von selbst sich fortsetzen würde. — Vielleicht werden allweise Herren über diese Bestürmung des Himmels mit Granaten sich lustig machen. Ohne Zweifel lachten sie auch, als sie hörten, dass ein amerikanischer Buchdruckergesell den Vorschlag that, den Blitz auf einem Bratspiesse aufzufangen, und ihn zu den Gnomen oder nach dem Centralfeuer zu schicken. — Einstweilen mache man mit einem Luftballon den Versuch. Durch ihn schleppe man die leicht zerspringliche Bombe an einem 500 Fuss langen Stricke, und entzünde sie so unter dem Ballon. Da sie ohne grosse Explosion platzen wird, so ist dabei für den Aeronauten keine Gefahr. Der grosse Zweck dieser Versuche ist, glaube ich, der Ausführung würdig genug. Um die Explosion ganz zu verhüten, könnte das Pulver befeuchtet werden, und die Wirkung würde dadurch, wie durch Verminderung des Salpetergehalts, erhöhet werden.

Ehe dieſer Brief geſchloſſen wird, leſe ich i den *Ann.*, B. VI, S. 21 f., unter den durch Will Hamilton geſammelten Merkwürdigkeiten beim letzten Ausbruche des Veſuvs, die Stelle S. 34, übe *die Anziehung der wäſſerigen Wolken durch den Vulkan.* Dieſes Phänomen ſcheint mir ein abſichtliche Verſuch zu ſeyn, der meinen Vorſchlag unterſtützen ſoll. Wie ſchön beſtätigt es nicht meine Theorie!

IV.

GRUNDZÜGE
von Volta's electrischer Theorie der Erscheinungen seiner Säule;

dargestellt
von
C. H. Pfaff,
Professor zu Kiel,
in einem Schreiben an den Herausgeber.

Hamburg den 25sten Dec. 1801.

Mancherlei Umstände, verehrtester Freund, haben mich gehindert, ein Versprechen, das ich öffentlich gethan habe, (Intell.-Blatt der ALZ., October, und *Annal.*, IX, 491,) früher zu erfüllen. Auch jetzt kann ich demselben nur einigermaßen Genüge leisten, da mir in diesem Augenblicke die Zeit zur weitern Ausführung der Bemerkungen fehlt, welche den Gegenstand dieses Briefes ausmachen werden. Indessen darf ich diesen Brief doch nicht länger aufhalten, so unvollkommen er auch in Hinsicht auf eine erschöpfende Darstellung, auch nur *einer Ansicht* der Voltaischen Säule seyn wird, da ich sonst vielleicht durch ein längeres Stillschweigen den Verdacht erregen könnte, als sey die Sache, die ich angekündigt habe, doch nicht so ganz ausgemacht, und als hätten neue Zweifel und Schwierigkeiten mein Verstummen veranlaſst.

Die 5 neueſten Stücke Ihrer Annalen, die erſt ſeit einigen Tagen in meinen Händen ſind, enthalten herrliche Beiträge zur genauern und tiefern Kenntniſs der Geſetze der Erſcheinungen, welche durch Volta's Säule vermittelt werden. Vieles, was ich Ihnen als Neu mittheilen wollte, iſt in Ritter's Briefen nicht bloſs ſchon angedeutet, ſondern erſchöpft. Indeſſen hat eben der langſame, nichts gleichſam hinter ſich laſſende Gang dieſes muſterhaften Experimentators ſeine Fortſchritte zum Ziele etwas aufgehalten, und die Anſicht der Erſcheinungen der Voltaiſchen Säule aus einem *zu allgemeinen und hohen Standpunkte* ihn einigermaſsen gehindert, eine Erklärung zu ſuchen, die, wenn er auch auf ſie gekommen wäre, ihm doch vielleicht nicht einmahl Genüge geleiſtet haben würde. Nach dem Gange ſeiner Unterſuchungen und nach der ganzen Tendenz ſeines Geiſtes ſehe ich voraus, daſs er gegen Volta's Erklärung, die durch van Marum's mit mir gemeinſchaftlich angeſtellten Verſuche, ſich ſo vollkommen beſtätigt hat, nicht bloſs vieles einzuwenden haben, ſondern daſs er überhaupt *dergleichen Erklärungen* gar nicht gelten laſſen wird. So manches ſich auch vielleicht aus dem Standpunkte des *Natur-Metaphyſikers* dagegen möchte einwenden laſſen, ſo bin ich doch überzeugt, daſs es der *Phyſiker* Volta'n Dank wiſſen wird, das Problem der Säule *ſo weit* aufgelöſt zu haben, und auf jeden Fall ſind Volta's Verſuche ein unſchätzbarer Beitrag. Wir haben durch ſie Verhält-

niſſe des ſogenannten Galvanismus kennen gelernt, lurch welche er mit der Electricität für den *bloſsen Phyſiker* ganz in eine Klaſſe zuſammenfällt, und ich larf hoffen, daſs van Marum's und meine Verſuche, durch ihre Präciſion und meſſende Genauigkeit, die electriſche Seite der Voltaiſchen Säule, (und r mich iſt dieſe electriſche Seite auch die galvaniſche, und der Galvanismus der Voltaiſchen Säule ichts weiter als Electricität,) auf eine Art beleuchtet haben, daſs ſchon jetzt das Hauptgeſetz derſelben ausgeſprochen werden kann. Der Beſchreibung dieſer unſrer gemeinſchaftlichen Verſuche will ich ier nicht vorgreifen, und mich bloſs darauf einſchränken, mehr aphoriſtiſch als ausführlich, *die Hauptideen* Volta's *über den*, um mich ſo auszudrücken, *electriſchen Mechanismus ſeiner Säule*, mit iner kurzen Nachweiſung auf die Hauptverſuche, ie als Belege dazu dienen, vorzutragen. Die Ausführung, wohin auch die Mittheilung einiger andſchriftlichen Aufſätze des groſsen italieniſchen Phyſikers ſelbſt gehört, behalte ich mir für eine andere Gelegenheit vor.

I. Wenn zwei heterogene Metalle, (einſchlieſslich anderer ſich in dieſer Hinſicht wie Metalle verhaltender Körper, wie z. B. Kohle u. ſ. w.,) ſich untereinander gehörig berühren, wird in dieſer Berührung ein electriſcher Prozeſs ganz eigner Art rege, den man eine Störung des electriſchen Gleichgewichts oder eine *Electricitätserregung durch Impulſion* nennen möchte. Das eine der beiden Me-

talle wird positiv-, das andere negativ-electrisch, und zwar so, daſs diese *beiden Electricitäten*, so lange *die beiden Metalle mit einander in Berührung sind, sich nicht wechselseitig binden* und latent machen, sondern daſs der Ueberfluſs der einen, (um mich irgend einer electrischen Sprache zu bedienen,) sich in jedem Augenblicke nach jeder Richtung, diejenige gegen das andere Metall ausgenommen, (von welchem aus der electrische Andrang geschieht,) zu ergieſsen und an andere Körper mitzutheilen strebt; so wie umgekehrt das andere Metall seinen Mangel an Electricität in jeder Richtung, nur nicht von der Seite des ersten Metalls her, zu ersetzen sucht.

II. Die *electrische Spannung*, (*Tension*,) die durch eine solche Wechselwirkung zweier Metalle auf einander erfolgt, die positive in dem einen Metalle sowohl, als die negative im andern, ist, selbst bei den günstigsten, mit einander am stärksten wirkenden Metallen, z. B. bei Silber und Zink, nur ungemein schwach, und durch das empfindlichste Electrometer nicht unmittelbar zu erkennen, sondern nur durch Hülfe des Condensators an empfindlichen Electrometern, z. B. dem Bennetschen, darzustellen. Man nenne *electrische Tension von einem Grade* die Tension für ein einzelnes Plattenpaar, z. B. von Silber und Zink, von welchem das Silber negativ, der Zink positiv ist.

Die beiden hier aufgestellten Fundamentalsätze sind durch mannigfaltig abgeänderte Versuche, die

Volta zum Theil schon längst bekannt machte, und welche van Marum und ich sämmtlich stets mit einerlei Erfolge wiederhohlten, hinlänglich begründet.

III. Durch eine Uebereinanderhäufung mehrerer gleicher Metall-Plattenpaare kann dieser electrische Effect nicht verstärkt werden. Es erfolgt dadurch entweder nur eine electrische Tension, wie die eines einzigen Metall-Plattenpaares, oder der Effect ist völlig null, indem, wenn in der ganzen Säule die Metalle sich unmittelbar berühren, die electrischen Impulsionen nach oben und unten sich entweder gänzlich oder wenigstens so weit aufheben, dass nur eine einzige als Rest bleibt. Dieses folgt nothwendig aus I und II, und bestätigt sich vollkommen durch Versuche.

IV. Wenn *Metalle* mit *feuchten Leitern* sich wechselseitig berühren, besonders wenn diese feuchten Leiter mehr oder weniger *wässerig* sind, (denn einige feuchte Leiter verhalten sich allerdings beinahe wie die Metalle,) so findet zwar ebenfalls ein ähnlicher electrischer Prozess statt; aber der electrische Andrang oder die electrische Impulsion von dem einen zum andern, nämlich *vom Metalle zum feuchten Körper*, ist *so geringe*, dass die dadurch erfolgte Störung des electrischen Gleichgewichts, oder die Electricitätserregung, *unverhältnissmässig viel schwächer*, als die zwischen zwei heterogenen, selbst ungünstig mit einander wirkenden Metallen ist, und im Vergleiche mit der Electricitätserregung zwischen

zwei ſehr günſtig mit einander wirkenden Metallen gar nicht in Anſchlag gebracht zu werden verdient. Hierin ſind die Metalle und die ihnen gleich wirkenden Körper, welche Volta *Leiter der erſten Klaſſe* nennt, von den feuchten Körpern, als *Leitern der zweiten Klaſſe*, ſehr unterſchieden, und in dieſer Hinſicht können jene im eigentlichſten Verſtande *Electricitätserreger* genannt werden. — Auch dieſer Satz iſt von Volta durch eine zahlreiche Reihe von Verſuchen, wobei der Condenſator ebenfalls zu Hülfe genommen werden muſs, hinlänglich begründet.

V. Dieſe Eigenſchaft des Waſſers und ähnlicher Feuchtigkeiten macht es möglich, eine *Voltaiſche Säule* zu erbauen, d. h., den Effect eines einzelnen Plattenpaares zu einem mehrfachen Effect vereinigt wirkender Plattenpaare zu erheben. Die kleinſte Voltaïſche Säule beſteht aus zwei Metall-Plattenpaaren, die durch einen feuchten Körper von einander getrennt ſind. Dieſe Säule ſey folgendermaſsen conſtruirt:

[1] Silber [2] Zink — feuchter Körper — [3] Silber [4] Zink.

In dem erſten Metall-Plattenpaare findet eine electriſche Impulſion vom Silber zum Zink = 1 ſtatt, wodurch eine electriſche Tenſion = 1, eine negative im Silber, eine poſitive im Zink, hervorgebracht wird. Ruhete das zweite Plattenpaar unmittelbar auf dem erſten Plattenpaare auf, ſo würde vom Silber 3 eine ähnliche Impulſion gegen den Zink 2

nach unten ſtatt finden, als vom Silber 1 gegen den Zink 2 nach oben ſtatt hat, und dieſe beiden Impulſionen müſsten ſich wechſelſeitig vernichten; es bliebe daher bloſs die electriſche Impulſion vom Silber 3 nach dem Zink 4, und folglich bloſs der einfache Effect eines einzelnen Plattenpaares übrig. Der feuchte Zwiſchenkörper vermittelt dagegen die Vervielfachung des Effects. Die electriſche Impulſion, die vom Silber 3 gegen den feuchten Körper ſtatt findet, iſt unendlich geringe, und ſchwächt ſo viel wie nichts die electriſche Impulſion, die vom Silber 1 aus nach dem Zink, und ſofort in der Richtung nach oben wirkt. Der feuchte Körper iſt gleichſam *ein bloſser gleichgültiger Zwiſchenleiter* der erſten Impulſion des erſten Metall-Plattenpaares, die ſich mit der Impulſion des zweiten Metall-Plattenpaares, die vom Silber 3 nach dem Zink 4 in ähnlicher Richtung ſtatt findet, vereinigt, und gleichſam eine doppelte Impulſion, und ſomit eine doppelte poſitive electriſche Tenſion im Zink 4 hervorbringt, welcher nothwendig eine doppelte negative Tenſion im Silber 1 entſprechen muſs. Die Verſuche beſtätigen dieſes Reſultat.

VI. In der Voltaiſchen Säule nimmt die *electriſche Tenſion* mit der Zahl der Plattenpaare in arithmetiſcher Progreſſion zu, und entſpricht an jedem Pole der Summe der Impulſionen der mehrern Plattenpaare. Wenn ein Plattenpaar eine Tenſion = 1 bewirkt, ſo bringen *n* Plattenpaare, auf gehörige Art über einander gehäuft, eine *n*fache Tenſion her-

vor. — Auch dieses wird durch Versuche mit genauen Condensatoren und Electrometern, die van Marum und ich mannigfaltig abänderten, bestätigt. *)

VII. Die Voltaische Säule ist in einem *doppelten Zustande* zu betrachten, und nur durch sorgfältige Unterscheidung dieses doppelten Zustandes erklären sich die sonst so räthselhaften Wirkungen derselben. Der eine Zustand ist derjenige, wenn die Kette *nicht geschlossen* ist, und folglich kein electrischer Strom von einem Pole zum andern und durch die Säule hindurch statt findet. Der andere Zustand ist derjenige der *Schliessung* der Kette, in welchem der electrische Strom vorhanden ist.

VIII. Eine *nicht-geschlossne Voltaische Säule* zeigt nur geringe Spuren von Electricität, die erst bei einer grössern Anzahl von Plattenpaaren wahrnehmbar werden. Die electrische Tension ihrer Pole ist ungemein geringe, und fängt erst bei 20 bis 30 Plattenpaaren an, für das empfindlichste Electrometer merklich zu werden. Eine Säule von

*) Diese Tension zeigt sich nämlich alsdann als eine $n$fache, wenn der eine Pol mit der Erde in Verbindung steht, während die electrische Tension am andern isolirten Pole untersucht wird. Bei vollkommen isolirten Voltaischen Säulen findet allerdings auch diese $n$fache Tension statt, kann aber nur nicht, wie aus der Theorie folgt, so deutlich dargestellt werden. *Pfaff.*

200 Plattenpaaren Zink und Silber hat kaum noch eine electrische Tension, welche mit der einer geriebnen Siegellackstange verglichen werden könnte, und das positive oder negative Ende einer *isolirten Voltaischen Säule*, auch wenn sie aus 300, 400 und mehrern Plattenpaaren bestünde, würde immer nur einen so schwachen Funken ertheilen, dass er für die Empfindung kaum wahrzunehmen wäre. Die Electricität scheint in ihr gleichsam in Ruhe zu seyn, und die Säule nicht stärker zu wirken, als jeder andere Conductor von gleicher Oberfläche, der bis zu derselben schwachen Tension electrisirt ist.

IX. Ganz anders verhält sich die *Voltaische Säule im Zustande der Schliessung*, indem sie von einer wunderbaren Wirksamkeit erscheint, sobald ein Erguss oder continuirlicher Strom von Electricität in ihr sollicitirt und aus ihr entlockt wird. Dieses kann auf eine doppelte Art geschehen:

a. durch eine unvollkommne Schliessung der Kette, indem *mit dem einen Pole* der Voltaischen Säule electrische Conductoren von einer grossen Capacität in Verbindung gesetzt werden, die übrigens in *keiner* leitenden Verbindung mit dem andern Pole stehen. *) Diese Conductoren werden durch diese

*) Man sieht, dass hier *unvollkommne Schliessung* in einem andern Sinne genommen ist, als worin Herr Ritter, *Annalen*, VIII, 456, eine durch einen Gasapparat oder durch den thierischen Kör-

Verbindung in einem Augenblicke dieselbe electrische Tension annehmen, folglich in einem Augenblicke von der Voltaischen Säule die ganze große Quantität von Electricität erhalten, welche nöthig ist, um in ihnen diese electrische Tension hervorzubringen. Solche Körper sind: 1. die obere Platte des *Condensators*, 2. die *Leidener Flasche*, als ein Condensator in einer andern Gestalt. — *Der Condensator* mit der Voltaischen Säule in Verbindung gesetzt, erhält durch eine augenblickliche Berührung des einen oder andern Pols, dieselbe electrische Tension als dieser, und zeigt dann, wenn man den Collectordeckel von der untern Platte wegnimmt, diese Electricität 60-, 100-, 200-, 300fach verstärkt, je nachdem er 60, 100, 200, 300mahl condensirt. Durch diesen Versuch beweist sich also die Voltaische Säule als eine *Electricitätsquelle*; es ergießt sich aus ihr dieses 60-, 100-, 200-, 300fache Quantum von Electricität in einem Augenblicke, (der aber allerdings aus so vielen kleinern Zeittheilchen, als wir wollen, zusammengesetzt gedacht werden kann,) in den Deckel des Condensators. Die Voltaische Säule entwickelt aber diese Electricität nicht aus sich selbst. *Die Bedingungen dieser Electricitätserregung* sind *nicht alle in ihr enthalten*; sie empfängt bloss fremde Electricität, um sie wieder abzugeben, und verhält sich in dieser Hinsicht wie jede andere Electrisirmaschi-

per geschloſsne Säule eine *partiell* geschloſsne nennt. *d. H.*

ne, die nur so lange Electricität mittheilt, so lange sie durch das nicht-isolirte Reibezeug neue empfangen kann. Eine *isolirte* Voltaische Säule theilt einem Condensator *unmerklich wenig Electricität* mit, man mag ihn *noch so lange* mit ihr in Verbindung lassen, und zwar nicht mehr, als jeder andere Conductor von gleicher Oberfläche und bis zu derselben Tension electrisirt, der keinen neuen Zufluss erhält, dem Condensator ertheilen würde. Kaum bringt man aber an den einen, z. B. an den negativen Pol, eine Zuleitung an, während der Condensator mit dem entgegengesetzten positiven Pole in Verbindung steht, so erhält er auch im Augenblicke seine ganze mögliche Ladung. — Die Stärke des electrischen Stroms, der sich aus der Voltaischen Säule ergiesst, erscheint noch viel auffallender und wahrhaft erstaunenswürdig, bei der *Ladung* von Körpern von grosser Capacität, z. B. *von grossen electrischen Batterien.* Merkwürdige Versuche in dieser Hinsicht sind die von van Marum gemeinschaftlich mit mir angestellten, aus denen erhellet, dass der electrische Strom aus dem positiven Ende einer Säule von 200 Plattenpaaren, (denn dass es bei dieser Vergleichung auf die Höhe der Voltaischen Säule sehr mit ankömmt, versteht sich von selbst,) den electrischen Strom der stärksten Electrisirmaschine übertrifft, so dass durch diesen Strom in gleicher Zeit eine viel grössere Quantität von Electricität mitgetheilt wird, als durch den continuirlichen Strom der wirksamsten Electrisirmaschine. Auch

hier, wie ſich ſchon aus den Verſuchen mit dem Condenſator ergiebt, theilt die Voltaiſche Säule, wie jede andere Electriſirmaſchine, bloſs mit, was ſie empfängt. *Iſolirt* würde ſie auch die kleinſte Leidener Flaſche in noch ſo langer Zeit nicht laden können. Auch verſteht ſich von ſelbſt, daſs die Ladung einer jeden Flaſche, Batterie u. ſ. w. durch Volta's Säule, ihre beſtimmten Grenzen hat, d. h. daſs die Voltaiſche Säule jede Flaſche, Batterie u. ſ. w., zu keiner höhern Tenſion laden kann, als ſie ſelbſt hat.

b. Durch eine vollkommne Schlieſsung der Kette, indem *beide Pole* in eine leitende Verbindung miteinander geſetzt werden. Hier zeigen ſich die wunderbaren Wirkungen des ſtarken electriſchen Stroms, der von einem Pole zum andern geht, im volleſten Maaſse, und in dieſer Rückſicht kann die Voltaiſche Säule mit nichts beſſerm verglichen werden, als mit einer Batterie von unendlicher Capacität, die aber nur bis zu einer ſchwachen Tenſion geladen iſt. Daſs in dieſem Falle die Voltaiſche Säule *alle Bedingungen ihrer Wirkſamkeit*, d. h., des electriſchen Stroms von einem Pole zum andern, oder durch die geſchloſsne Säule, *in ſich vereinigt*, ſo daſs ſie nun vollkommen iſolirt ſeyn kann, (ein in ſich geſchloſsnes wirkſames Ganze darſtellend, gleichſam einen Organismus in der ſogenannt unorganiſchen Natur,) iſt eben ſo wenig zu verwundern, als daſs eine Electriſirmaſchine einen continuirlichen electriſchen Strom giebt, wenn an ihr eine Ableitung vom Con-

ductor, (= positivem Pole,) zum Reibezeuge, (= negativem Pole,) statt findet. Auch ist bei der Vergleichung einer Voltaischen Säule mit einer Batterie von unendlicher Capacität, die aber nur bis auf eine geringe Tension geladen ist, noch zu bemerken, daſs die Voltaische Säule die Effecte der Ladung einer solchen Batterie, (in Hervorbringung von Erschütterungen u. s. w.,) nur durch die Totalsumme vieler unendlich schnell auf einander folgender schwacher Ladungen und Entladungen hervorbringt. Sie ist gleichsam eine kleine Leidener Flasche, die sich aber in einem Zeitaugenblicke so unendlich oft ladet und wieder entladet, daſs sich in gleicher Zeit eben so viel Electricität aus ihr ergieſst, als aus einer Batterie von unendlicher Capacität, deren Entladung, d. h., das Einströmen und Durchströmen ihres Electricitätsvorraths in und durch einen Ableiter, z. B. durch den menschlichen Körper, ebenfalls nicht in einem metaphysischen Zeitaugenblicke, sondern bloſs in der Succession unendlich vieler kleiner Zeittheilchen geschehen, und folglich in der Hinsicht mit der Succession unendlich vieler Entladungen einer kleinen Leidener Flasche sehr wohl verglichen werden kann.

X. So groſs nun die electrischen Wirkungen der Voltaischen Säule wegen der auſserordentlichen Quantität von Electricität sind, welche sie in ihrem electrischen Strome, in einer gegebnen Zeit, mittheilt, und so sehr sie in dieser Hinsicht auf gewisse Art die stärksten Electrisirmaschinen übertrifft: so unwirk-

ſam und gleichſam unelectriſch muſs ſie wiederum auf der andern Seite, wegen der ſchwachen Tenſion, bis zu welcher ſich die Electricität in ihr anhäufen oder vielmehr polariſiren läſst, erſcheinen. In dieſer *ſchwachen Tenſion* ſind folgende Erſcheinungen gegründet: a. die ſchwachen und auf keine groſse Weite ſtatt findenden *Anziehungs-* und *Repulſionserſcheinungen*; eine geriebne Siegellacksſtange übertrifft in dieſer Hinſicht eine Voltaiſche Säule von 200 Plattenpaaren. — b. Die äuſserſt geringe *Schlagweite der Funken*, die damit parallel läuft; eine Schlagweite, die bei niedrigen Säulen, z. B. von 20, 30 Plattenpaaren, ein Minimum iſt, und erſt bei Säulen von 100, 200 Plattenpaaren merklich wird. — c. Die verhältniſsmäſsig gegen die ſtarken Wirkungen des Stroms *ſchwachen electriſchen Funken* der Voltaiſchen Säule, deren Schwäche mit *b* parallel läuft. In ſo fern indeſs auf die Lebhaftigkeit dieſer Funken, auſser *der Länge* des Luftraums, auch die *Quantität* von *Electricität*, die in einer gegebnen Zeit durch dieſen Luftraum durchbricht, Einfluſs hat, iſt jedoch die Lebhaftigkeit der Funken der Voltaiſchen Säule für dieſe ſchwache Tenſion verhältniſsmäſsig noch ſehr ſtark, wie die Verſuche hinlänglich beweiſen. — d. Die *Nichtleitung der Electricität der Voltaiſchen Säule durch ſehr unvollkommne Leiter*, die einen zu groſsen Widerſtand einer Electricität von ſo ſchwacher Tenſion entgegenſetzen. Leitung und Nichtleitung der Electricität ſind ſehr relativ, und hängen ganz von der Tenſion

fion derfelben ab. Daher wurden viele negative Fälle von Leitung bei einfachen galvanifchen Ketten, wo die electrifche Tenfion, (ehe nämlich ein wirklicher Strom eingeleitet ift,) überaus fchwach ift, durch Verftärkung diefer electrifchen Tenfion in der Voltaifchen Säule pofitiv. (Glühendes Glas, Lichtflamme u.f.w.)

XI. Vergleicht man in diefen beiden Hinfichten, (IX, X,) den electrifchen Apparat Volta's mit den *gewöhnlichen Electrifirmafchinen*, fo kann man fagen, dafs diefer Apparat, aus dem einen Gefichtspunkte betrachtet, die *ftärkfte*, und aus dem andern Gefichtspunkte betrachtet, (fofern nämlich eine gewiffe Höhe der Säule zum Maafsftabe angenommen wird,) die *fchwächfte* Electrifirmafchine ift, und dafs diefe Verfchiedenheit wefentlich auf der Verfchiedenheit des Electricität-erregenden Körpers, der bei beiden electrifchen Apparaten angewandt wird, beruht. Volta's Apparat ift die *ftärkfte* Electrifirmafchine, wenn man auf den continuirlichen electrifchen Strom fieht, und diefer ftärkere electrifche Strom wird in ihr möglich, weil fie aus lauter mehr oder weniger vollkommnen Leitern zufammengefetzt ift, während bei den gewöhnlichen Electrifirmafchinen der angewandte electrifche Körper, als ein fehr unvollkommner Leiter, die Mittheilung der erregten Electricität an den Conductor und fofort zurück an das Reibezeug, (wenn wir auch diefen electrifchen Apparat zur ftrengern Analogie uns unter der Form eines in fich zurückgehen-

den Ganzen vorſtellen,) und folglich den ganzen electriſchen Strom retardirt. Er iſt die *ſchwächſte* Electriſirmaſchine, wenn auf die Anhäufung von Electricität bis zu einer gewiſſen Tenſion, (Verdichtung,) Rückſicht genommen wird. Der Conductor der gewöhnlichen Electriſirmaſchinen erlaubt eine groſse Anhäufung von Electricität, weil hier ein ſchlechter Leiter der Electricität zwiſchen dem poſitiven, (Conductor,) und negativen Pole, (Reibezeug,) zwiſchen liegt. In der Voltaiſchen Säule wirkt die vortreffliche Leitungskraft der Körper, aus denen ſie beſteht, einer ſtarken Anhäufung oder Verdichtung an einem, und einer ſo ſtarken Abnahme am andern Ende, (kurz, einer ſo hohen Polarität,) entgegen, und die ſtatt findende Polarität iſt gleichſam nur die Wirkung des Uebergewichts der Impulſion nach einer Seite hin, über die Leitungskraft. Daraus folgt denn auch, daſs ſich eine Voltaiſche Säule denken läſst, die auch in der zweiten Rückſicht die ſtärkſte Electriſirmaſchine übertreffen könnte, in ſo fern nämlich die Impulſion durch Vermehrung der Plattenpaare ins Ungemeſſene wachſen kann, während die Leitungskraft dieſelbe unveränderte Gröſse bleibt. — Säulen von 400 Plattenpaaren haben ſich dieſem Geſetze gemäſs in Rückſicht auf ihre groſse electriſche Tenſion bewieſen.

XII. Die Abänderung der Wirkungen der Voltaiſchen Säule dem Grade nach, (Verſtärkung oder Schwächung,) bei einerlei Zahl von Plattenpaaren, (gleichſam bei einerlei Electricität - erregendem Kör-

per,) durch *Abänderung der feuchten Zwiſchenleiter*, oder Abänderung der *Oberflächen*, in welchen dieſe feuchten Zwiſchenleiter die Metallplatten berühren, (Abänderung der Gröſse der Metallplatten,) hängt nicht von einer Abänderung der electriſchen Spannung oder der electriſchen Polarität der Voltaiſchen Säule, ſondern *von einer Abänderung des electriſchen Stroms in Rückſicht auf Geſchwindigkeit*, (Beſchleunigung oder Retardation,) *ab*. Voltaiſche Zink-Silber-Säulen von gleicher Anzahl von Plattenpaaren zeigen gleiche electriſche Polarität, man mag bloſses *Waſſer*, oder *Kochſalzauflöſung*, oder *Salmiakauflöſung*, oder *Potaſchenauflöſung* zur Befeuchtung der Zwiſchenleiter anwenden. Eben ſo zeigen Voltaiſche Säulen von groſsen oder kleinen Metallplatten, bei gleicher Anzahl und Natur der Plattenpaare, gleiche electriſche Polarität. Die Differenz ihrer Wirkungen hängt alſo höchſt wahrſcheinlich von der verſchiednen Leitungskraft der feuchten Zwiſchenleiter für den electriſchen Strom ab, die ſich theils nach der Natur des flüſſigen Körpers, theils nach der Gröſse der Oberfläche richtet. Eben darum wird die Wirkung durch Salmiakauflöſung und durch groſse Oberflächen, (wenigſtens in einer Hinſicht,) ſo ſehr verſtärkt.

XIII. *Concentrirte Säuren*, *Schwefelalkali* und einige andere Körper ſind in der Berührung mit den Metallen faſt eben ſo wirkſam, wie die Metalle unter ſich ſelbſt. Daher *vermindern* ſie die electriſche Tenſion und alle Wirkungen, die vom electriſchen

Q 2

Strome abhängen, auſserordentlich, wenn ſie als feuchte Zwiſchenleiter angewandt werden. Dagegen kann man aus ihnen wirkſame Voltaiſche Säulen errichten, wenn man ſie als *Electricität-erregenden Körper* ſelbſt mit einem oder dem andern Metalle combinirt, und die gewöhnlichen mehr indifferenten Zwiſchenleiter anwendet. Doch verlieren ſolche Säulen früher ihre Wirkſamkeit, weil das Waſſer des feuchten Zwiſchenleiters ſich mit der Säure, dem Schwefelalkali u. ſ. w. ſehr bald verbindet, und ihre Electricität-erregende Kraft dadurch ſchwächt.

XIV. Was die *Pole* einer Voltaiſchen Säule betrifft, ſo müſſen ſie immer nach der relativen Lage der Metalle in dem eigentlichen Elemente der Voltaiſchen Säule, dem Metall-Plattenpaare, beſtimmt werden, ſo daſs der poſitive Pol ſich immer nach der Richtung hin befindet, nach welcher das poſitive Metall liegt, und nach welcher hin der electriſche Andrang ſtatt findet, ſo wie der negative Pol nach der entgegengeſetzten Richtung.

Dies, verehrungswürdigſter Freund, ſind die Grundzüge einer electriſchen Theorie der Erſcheinungen der Voltaiſchen Säule. Vieles, was nur kurz angedeutet iſt, bedarf noch einer weitern Ausführung; ſie ſoll an einem andern Orte gegeben werden. Ueber No. I und II habe ich einen ſehr intereſſanten handſchriftlichen Aufſatz von Volta,

den ich Ihnen, sobald ich nur Muſse habe, im Auszuge mittheilen werde. Eine ausführliche Darſtellung der ganzen Theorie, von der Meiſterhand des groſsen Erfinders ſelbſt, mit allen Beweiſen und Belegen, müſste auſserordentlich intereſſant ſeyn. Indeſſen habe ich nicht länger ſäumen wollen, wenigſtens dieſen kurzen Auszug vorläufig der Prüfung ſachkundiger Naturforſcher vorzulegen. Da Volta's Erklärung natürlich in dieſer aphoriſtiſchen Darſtellung meine eigne wurde, und ich folglich auch nach meiner Weiſe und Individualität die Worte zum Ausdrucke, die Beiſpiele zur Erklärung wählte, ſo mögen vielleicht manche Einwürfe dagegen, nicht ſowohl Volta's Theorie, als meine Darſtellung treffen. Indeſſen kann ich wenigſtens das verbürgen, daſs ich in den Hauptpunkten als ein getreuer Dollmetſcher betrachtet werden darf. So viel Treffliches, eindringend und genau Beobachtetes, und tief Gedachtes auch Ritter in ſeinen Briefen an Sie über die electriſche Polarität der Voltaiſchen Säule geſagt hat, ſo finde ich doch nirgends Volta's Anſicht ſelbſt; die Fundamentalverſuche für eine ſolche Erklärung, die Ladung groſser Batterien betreffend, gehören dem groſsen Phyſiker von Como eigenthümlich, und *nur ſie konnten auf eine ſolche Erklärung leiten*, ſo wie hinwiederum die erſte Ahndung einer ſolchen Erklärung dieſe Verſuche veranlaſſen muſste.

Wenn ich in meiner vorläufigen Ankündigung äuſserte, daſs die electriſche Theorie der Voltai-

ſchen Säule eben ſo vollendet ſey, als die Theorie irgend einer Klaſſe von electriſchen Erſcheinungen überhaupt, ſo meinte ich den ſchwierigen Punkt der Electricitätserregung ſelbſt. Die Art, wie die Störung des electriſchen Gleichgewichts bei der wechſelſeitigen Berührung zweier Metalle auf einander erfolgt, iſt allerdings ein Geheimniſs. Iſt es aber nicht eben ſo wohl die Art der Electricitätserregung beim Reiben des Glaſes durch einen Leiter? Jenes erſte Geheimniſs als bloſse Thatſache der Erfahrung zum Grunde gelegt, (und als Thatſache der Erfahrung iſt es eben ſo feſt begründet, als die Electricitätserregung beim Reiben des Glaſes,) folgt alles Uebrige von ſelbſt, und ſtimmt vollkommen mit den bekannten Geſetzen der Electricität überein. Dieſes Geheimniſs zu enträthſeln, darauf müſſen allerdings nun unſre Bemühungen gerichtet ſeyn. Aber, werden wir es je ganz enträthſeln? Werden wir nicht auf unſerm Wege, wenn wir dieſes Geheimniſs enträthſelt haben, auf ein neues anfangs entfernteres, nun aber nur näher gekommnes, ſtoſsen? Werden wir die Kette je bis zum letzten Gliede, mit welchem ſie an Jupiters Throne feſthängt, verfolgen können?

Zusatz des Herausgebers.

Es ſey mir erlaubt, zu IV ein paar Conjecturen nachzutragen, über die Vertheilungsart der Electricität in Säulen aus mehr als zwei Schichtungen, je nachdem ſie mit der Erde an einem Pole in leitende Verbindung geſetzt, oder iſolirt, oder völlig geſchloſſen ſind, da mir dieſes ein Hauptpunkt in der Theorie zu ſeyn ſcheint, der zwar aus IV folgt, aber doch beſonders herausgehoben zu werden verdient. Irre ich mich dabei, ſo mag dieſes wenigſtens Gelegenheit zu Berichtigungen geben.

Es werde die Intenſität, (Tenſion, Spannung,) der Electricität, welche, wenn zwei iſolirte Platten Zink, (Z,) und Silber, (S,) ſich berühren, in jeder dieſer Platten entſteht, 1 geſetzt: ſo iſt das Schema der Electricität bei völliger Iſolirung beider Z + 1, S — 1; dagegen, wenn an der Zinkplatte eine Ableitung angebracht iſt Zo, S — 2, und befindet ſich die Ableitung an der Silberplatte Z + 2, So. Dieſes beweiſen Volta's Verſuche mit Scheiben 3 Zoll im Durchmeſſer, welche er in Gren's *neuem Journal der Phyſik*, B. 4, S. 474, beſchreibt.

Man denke ſich nun eine Voltaiſche Säule aus 3 Schichtungen, die den Zinkpol unten, den Silberpol oben habe. Steht der *Zinkpol* mit der Erde in leitender Verbindung, ſo iſt das Schema ihrer Electricität wie in A, wofern man annimmt, daſs die feuchten Leiter gar nicht als Erreger, ſondern lediglich als Fortleiter der durch die Metalle in ihrer gegenſeitigen Berührung erregten Electricität wirken. In je zwei ſich berührenden Zink- und Silberplatten iſt der Unterſchied der Tenſion 2, welches auch der abſolute electriſche Zuſtand beider Platten ſey; daher vervielfältigt ſich die Wirkung der Plattenpaare, und wächſt

mit diesen nach arithmetischer Ordnung, (VI.) Wird die Ableitung allein an den *Silberpol* angebracht, so ist das Schema der Electricität wie in B. — Befinden sich an keinem der *beiden Pole* Ableitungen, so muss der electrische Zustand das Mittel zwischen den beiden vorigen halten, wo in A der Silberpol, in B der Zinkpol ohne Ableitung war, und daher das Schema der Electricität *völlig isolirter* Säulen das unter C seyn. Sie haben ihren Nullpunkt in der Mitte, und ihre Endplatten zeigen nur eine halb so grosse Tension als in Säulen, an denen am entgegengesetzten Pole eine Ableitung angebracht ist, wie das durch Ritter's Versuche, *Annalen*, VIII, 446 f., auf vielfache Art bewährt ist. Der Unterschied der Tension zweier sich berührender Metallplatten ist auch in ihnen 2, wie es in jedem Falle seyn muss, wo die Sollicitationen derselben gleichnamig, (d. i., nach einerlei Richtung und nicht einander entgegen,) wirken, und worin ein Ruhestand in dem electrischen Fluidum statt findet. Damit stimmt auch Ritter's Schema der wahren Electricitäts-Gegenwart in der galvanischen Batterie, *Annalen*, VIII, 455, überein, in so fern es wie das folgende unter D gedacht wird.

		A	B	C	D	E
	S	−6	0	−3	−3+0	0
	Z	−4	+2	−1	−2+1	0
f. L						
	S	−4	+2	−1	−2+1	0
	Z	−2	+4	+1	−1+2	0
f. L						
	S	−2	+4	+1	−1+2	0
	Z	0	+6	+3	0+3	0

Ziemlich dasselbe, wie in diesem Falle völliger Isolirung, muss statt finden, wenn an *beiden Polen Ableiter* angebracht sind; nur mit dem Unterschiede, dass dann alle Tensionen, wegen der beständigen Ab-

leitung, wobei kein Ruheſtand eintritt, dem Grade dieſer Ableitung entſprechend, etwas geſchwächt ſeyn werden. Iſt die Ableitung ſo ſtark, daſs ſie die Pole beide auf o bringt und darin erhält, ſo müſſen auch alle übrigen Plattenpaare, wegen der entgegengeſetzten, von beiden Polen her nach A und B bezweckten Tenſionen, eine Tenſion o erhalten. Doch ſcheint nur eine *vollkommne Schlieſsung* der Säule, eine ſo vollſtändige Ab- und Zuleitung bewirken zu können, (vergl. Ritter's Verſuche, *Annalen*, VIII, 450 und 456,) und das Schema E, weſentlich das Vorhandenſeyn eines beſtändigen Strömens von groſser Geſchwindigkeit von der — nach der + Seite durch die Säule zu erfordern, wobei zwar die entſtehenden Tenſionsunterſchiede in jedem Plattenpaare da ſeyn können, deshalb aber doch die Tenſionen der Plattenpaare ſelbſt nicht über o hinauszuſteigen brauchen.

Geht im *feuchten Leiter* in keinem Falle eine ähnliche Vertheilung der Electricität vor, wie ſie Erman in einer angefeuchteten hänfnen Schnur, im Waſſer des Gasapparats u. ſ. w., (*Annalen*, VIII, 207; X, 4 f.,) bemerkt hat?

V.

FORTGESETZTE BEOBACHTUNGEN

von Sternſchnuppen,

aus

einem Schreiben des Hrn. Dr. BENZENBERG.

Hamburg den 14ten Januar 1802.

Der vorige Herbſt, der ſich allen aſtronomiſchen Beobachtungen ſo ungünſtig zeigte, war es nicht minder für die Beobachtung der Sternſchnuppen. Die Witterung war faſt anhaltend trübe, und wenn es ſich auch aufhellte, ſo geſchah es entweder nur an einer Seite des Himmels, oder ſo, daſs man offenbar ſah, die Helligkeit erſtrecke ſich nur über einen kleinen Erdſtrich, und nicht über einen Raum von 30 bis 50 Meilen. Von den Beobachtungen der Sternſchnuppen läſst ſich, der Natur der Sache nach, nur dann etwas erwarten, wenn man ſicher ſeyn kann, daſs es über ganz Deutſchland hell iſt; und dieſes läſst ſich nur dann annehmen, wenn das Wetter mehrere Tage nach einander heiter iſt, und man des Abends nach allen Seiten die Sterne bis nahe an den Horizont ſehen kann.

Nach dieſer Einleitung werden Sie glauben, daſs wir gar keine correſpondirenden Beobachtungen erhalten haben. Wir haben ein paar erhaſcht, aber freilich keine hundert. Die Reſultate der Berechnung dieſer beiden correſpondirenden Beobachtun-

gen setze ich mit der fortlaufenden Nummer unsrer Göttinger Beobachtungen, (*Annalen*, VI, 227,) hierher.

No. XXIII. Am 15ten September. Eine Sternschnuppe 5ter Gröſse. Anfang und Ende in die Karten gezeichnet.

Entfernung des Anfangspunkts von der Erde 7,7 geogr. Meilen.

Entfernung des Endpunkts 8,2 geogr. M.

Länge der durchlaufnen Bahn $1\frac{1}{2}$ geogr. M.

Des Orts, wo sie im Zenith verschwand, Länge 28° 3′, Breite 53° 22′.

Beobachter Brandes in Eckwarden und Benzenberg in Ham bei Hamburg.— Länge der Standlinie 14 Meilen.

Sichtbar über 240 Meilen über dem Horizonte.

No. XXIV. Am 3ten October. Beobachter und Beobachtungsorte die nämlichen. Eine Sternschnuppe 4ter Gröſse. — Der Endpunkt gezeichnet in die Karten.

Höhe des Endpunkts über der Erde 7,1 geogr. M.

Des Orts, wo sie im Zenith verschwand, Länge 27° 7′, Breite 53° 5′.

Sichtbar über 210 Meilen über dem Horizonte.

Sie sehen, daſs, ungeachtet des ungünstigen Himmels, unsre Kenntniſs der Sternschnuppen doch vorigen Herbst um ein beträchtliches weiter gekommen ist: denn diese Beobachtungen beweisen, 1. daſs man bei gröſsern Standlinien eben so gut correspondirende Beobachtungen erhält, wie bei kleinern; — 2. daſs man selbst Sternschnuppen der 4ten und 5ten Gröſse mit Erfolg auf Standlinien von 14 Meilen beobachten kann; — und 3. bestätigen sie die Be-

obachtungen, welche wir in Göttingen auf kleinen Standlinien von 1 bis 2 Meilen angeſtellt haben, indem unſre jetzigen Beſtimmungen zuverläſſiger und genauer ſind, da unſre Standlinie doppelt ſo groſs war, wie die Entfernung der Sternſchnuppe von der Erde.

Wir haben an Dr. Pottgieſser in Elberfeld einen ſehr fleiſsigen Mitbeobachter gehabt. Bei der Gröſse der Standlinie zwiſchen Elberfeld und Hamburg, (40 geogr. Meilen,) war bei dem ungünſtigen Himmel auf keine Correſpondenz zu rechnen. Doch hat Dr. Pottgieſser eine Sternſchnuppe am 2ten Oct. nahe am Zenith beobachtet, von der es wahrſcheinlich iſt, daſs ſie die nämliche war, die ich als eine erſter Gröſse am Horizonte ſah. (*Annal.*, IX, 370.) Sobald ihre Identität entſchieden iſt, werde ich es Ihnen melden. Ich habe die Entfernung dieſer Sternſchnuppen von der Erde vorläufig auf ungefähr 25 Meilen geſchätzt.

Die Anzahl der Sternſchnuppen war auch in dieſem Herbſte 7 bis 8 in der Stunde.

* *
*

Im Frühjahre haben wir hier beſtändig Oſtwinde, die uns gewöhnlich anhaltend heiteres Wetter bringen. Die Zeit wird für Sternſchnuppen-Beobachtungen günſtig ſeyn. Voriges Frühjahr waren einige Abende, an welchen der Himmel völlig ſchwarz war, und an welchen in jeder Viertelſtunde 3 oder 4 der ſchönſten Sternſchnuppen 1ſter Gröſse erſchienen.

Wir werden dieses Frühjahr diese Beobachtungen an folgenden Abenden fortsetzen:

Vom 23sten März bis 8ten April von 8 bis 10 Uhr.

Vom 22sten April bis zum 9. Mai von 9 bis 11 Uhr.

Da diese Beobachtungen in einer milden heitern Nacht, in der die Sternschnuppen häufig erscheinen, nichts weniger als ermüdend und unangenehm sind; so haben sich einige der Beobachter entschlossen, an den Abenden, an denen das Wetter vorzüglich günstig ist, die *ganze Nacht* zu beobachten. Die gemeinschaftlichen Beobachtungslinien schneiden sich im Zenith von Bremen.

Ich wünschte, dass die Beobachter die kleinen Sternkarten von Bode gebrauchten. In die schwarzen Sternkarten des Weimarschen Industrie-Comptoirs läſst sich nicht zeichnen; auch finden sich in diesen die Sterne nicht so leicht wie in jenen. — Dann wünsche ich auch, dass sie ihre Zeitbestimmung nach einer Pendeluhr machten, bei der der Fehler der Zeit nicht über 1 Minute ginge. Ist der Fehler gröſser, so muss man bei der Rechnung zu viele zusammenprobiren, und man sieht erst am Ende der Rechnung, dass sie nicht zusammengehören. Zu diesen physikalischen Zeitbestimmungen sind die hölzernen Sextanten und die Stuben-Sonnenuhren des Predigers Müller sehr brauchbar. Sie kosten nur 1 Rthlr.

VI.

Auszug aus einem Schreiben des Herren Bergraths Hacquet *an Herrn Bergcommiſſär* Westrumb in Hameln.

Lemberg den 1ſten Juli 1801.

Zu Ende Mai und Anfang Juni vorigen Jahrs ſind wir in dieſem Lande mit ſehr vielen *Feuersbrünſten* heimgeſucht worden, die bei der geringſten Veranlaſſung entſtanden, und deren eine auch in einer unſrer Vorſtädte 95 Häuſer und 2 gemauerte Kirchen einäſcherte. Alle angewandte Hülfe konnte dem Feuer nicht ſteuern, bis es iſolirt und ſo begränzt wurde. Nach dem vorigen ſehr heftigen Winter trat die Wärme, wie in Norden gewöhnlich iſt, ſehr ſpät, aber deſto heftiger, ein. Die letzten Tage des Mai und die erſten des Juni waren ſehr heiſs, und alle Pflanzen dufteten ſtark aus; in den Carpathen ſchmolz der Schnee ſtark zuſammen, welches uns viele kalte Nächte verurſachte; die Waſſer waren, (wie ich ſie aller Orten in den Alpen beobachtet habe, ſie hier aber ſonſt das ganze Jahr hindurch nicht ſind,) alle etwas weiſs, oder, wie der Alper ſagt, milchicht; und auch hier taugten dieſe Waſſer zum Bleichen der Leinwand beſſer als ſonſt, ſo wie in einigen Ländern die März-, (hier die April-

waſſer,) mancher Jahre aus eben dem Grunde, z. B. zur Tinte, die dann keinen Schimmel erhält und vor Fäulung bewahrt bleibt, u. dergl. m., nutzbarer ſind. Seit mehr als 30 Jahren habe ich ſtets über dieſes Phänomen nachgedacht, ob es nicht durch eine eigne, dem Waſſer um dieſe Zeit beigemiſchte Säure, z. B. durch die Luftſäure, veranlaſst werde. Als ich aber verſuchen lieſs, mit Sauerbrunnen oder luftgeſäuertem Waſſer ohne Eiſen, die Leinwand auf der Bleiche zu begieſsen, zeigte ſich nicht der geringſte Unterſchied zwiſchen dieſem und gewöhnlichem Waſſer. — Da ſich dieſes aber mit dem Schneewaſſer im Frühjahre ganz anders verhielt, ſo weiſs ich nicht, ob ich die Urſach, daſs es die Leinwand ſchneller reinigt und weiſs macht, in einer Säure, oder in der darin enthaltnen Kälte ſuchen ſoll.

Als ich zu Anfang Mai 1800, wie alljährlich, die *Luft-Prüfungslehre* vornahm, kam ich auf die Idee, daſs bei hohen Gebirgen, wo im Frühlinge der Schnee ſchmilzt, und dann das ganze Pflanzenreich in den kältern Regionen in einem Monate einen eben ſolchen Grad von Entwickelung, als kaum in mildern Gegenden in noch einmahl ſo langer Zeit erhält, die Atmoſphäre, bei dieſem heftigen und ſchnellen Wachsthume des Pflanzenreichs, mehr mit Sauerſtoffgas, als in den übrigen Jahreszeiten, bei gleich ſchönem Wetter, angefüllt ſeyn müſſe; und dieſes ſcheinen die Verſuche zu

beſtätigen. Ich bediene mich zur Prüfung der Luft ſtets der Methode meines verewigten Freundes und Lehrers Ingenhouſs. Zu Anfang Mai 1800 war bei uns der Barometerſtand 27″ 7‴. Die Winde kamen aus Südoſt, und die Prüfungen gaben durch das Salpetergas-Eudiometer 1,03: das iſt, 1 Maaſs Salpetergas von 100 Abtheilungen und eben ſo viel gemeine Luft, (zuſammen alſo 200 Abth.,) hatten 97 Unterabtheilungen verloren. Ob nun gleich täglich 3mahl Luftprüfungen vorgenommen wurden, ſo änderte ſich doch dieſe Luftgüte von 1,03 nicht, bis zum 15ten Mai. Die Winde waren unbeſtändig, das Barometer ſank den 17ten bis auf 27″ 5‴. Das Thermometer hatte im Schatten nur 15°, und darauf war die Luftgüte 1,04. Den 20ſten war ſie ſchon 1,01, den 25ſten aber 0,96. Die Winde kamen aus Südoſt. Das Barometer ſtieg auf 27″ 10‴; (zwar giebt der Nonius meines Barometers noch Zehntel von Linien an, dieſes hielt ich indeſs der Achtung wenig werth, ſo wie auch die geringe Veränderung des Wärmemeſſers.) Den 28ſten Mai und folgende Tage veränderte ſich das Barometer wenig, aber das Thermometer ſtieg bis 18 und 19°. Die Luftgüte nahm ſtets zu, ſo daſs ſie den 5ten und den 6ten Juni, (den Tag der erwähnten Feuersbrunſt in Lemberg,) 0,905 war. Da ich meine Verſuche in meiner Behauſung 100 Lachter vom Brande gemacht hatte, ſo fand ich noch den nämlichen Abend der Brunſt die Luft nur um 6 Grade ſchlechter,

ter, (0,965.) Ich liefs mir den andern Tag mit aller Vorficht Luft vom Ende einer andern, eine halbe Stunde von der noch zum Theil fortdauernden Feuersbrunft entfernten Vorftadt hohlen, fand fie aber faft wie Luft den Tag zuvor, nur um 1° minder gut, das ift, zu 0,915. *)

Diefes erregte meine Aufmerkfamkeit, und veranlafste mich, voraus zu fagen, es würde noch mehr dergleichen Unheil entftehn. Wirklich erfolgten

*) Nach Hrn. von Humboldt's Verfuchen, Annahmen und Berechnungen würde, wenn 100 Theile Salpetergas und 100 Theile atmofphärifche Luft fich fo weit abforbiren, dafs nur ein Rückftand von 103 Theilen bleibt, (da dann nach der Beftimmungsart, deren Herr Hacquet fich bedient, die Luftgüte 1,03 betrüge,) der wahre Sauerftoffgehalt der atmofphärifchen Luft 0,273 feyn. Und fo ftimmten überhaupt zufammen,

Luftgüte von	Sauerftoffgehalt.
1,03	0,273
1,04	0,27
1,01	0,278
0,96	0,293
0,905	0,3085
0,965	0,292
0,915	0,3055

(vergl. *Annalen*, III, 89.) Zwar gilt gegen die Hacquetfchen Beobachtungen Alles, was man mit Recht gegen die Humboldtfchen eingewandt hat. Wenn fie aber ftets mit Sorgfalt und auf einerlei Art angeftellt find, fo möchten fie für den Unterfchied in der Luftgüte allerdings beweifend feyn, follte auch ihr abfoluter Werth zu grofs feyn. Wenigftens ginge von allen 0,02 für den Feuchtigkeitsgehalt der Luft ab; und

auch noch Feuersbrünſte an verſchiednen Orten der Stadt, in eben der und der folgenden Woche, ſo wie im nämlichen Monate an verſchiednen Orten von Oſt- und Weſtgalizien, ohne daſs man ſagen konnte, das Feuer ſey aus Nachläſſigkeit oder vorſätzlicher Bosheit entſtanden. Letzteres war zwar der gemeine Wahn; aber bald entſtand ein Brand in den Rauchkanälen bei kleinem Feuer, bald eine Entzündung bei Deſtillationen des Branntweins, und dergl., was die Menſchen in die gröſste Verwunderung ſtürzte, ſo daſs man gar Geiſter in Verdacht hatte. Ein unwiſſendes Volk aus ſeinem Irrthume zu bringen, dazu war ich lange nicht vermögend, da Naturkenntniſſe in Sarmatien noch wenig oder keinen Eingang gefunden haben, und die gröſsere Menge jeden verhöhnt, der mit Kenntniſſen und Rath an die Hand gehen will, um Verwüſtungen vorzubeugen.

Seit dem Jahre 1744, wo ich in dem groſsen Brande von Laybach in Krain mit inbegriffen war, und wo dort in einem Monate, (von der Mitte Juni

ſo wären die Gränzen der Beobachtung 0,25 und 0,288, welches, (iſt Herren Hacquet's Vermuthung gegründet,) ganz wohl mit den Parrotſchen Beobachtungen, (oben S. 212,) zuſammenſtimmen würde. Möchte es doch Hrn. Hacquet gefallen, dieſe Beobachtungen mit einem Parrotſchen Phosphor-Eudiometer zu wiederhohlen. *d. H.*

bis in die Mitte Juli,) über 400 Steinhäuser mit Ziegeln gedeckt, abbrannten, war ich stets aufmerksam, wie das doch zuging, dass so viel Feuersbrünste in Städten und Dörfern um diese Jahreszeit sich ereigneten. Vor 7 Jahren, als ich nochmahls den gebirgigen Landesstrich von Ungarn bereiste, sah ich Ende Mai und Anfang Juni ohnweit Käsmark, vor dem höchsten Carpathen, 6 grosse Dörfer durch das Feuer von Grund aus zerstört. So erfuhr ich das nämliche in eben den erwähnten Monaten in den Jahren 1764 und 65 in Siebenbürgen, ohne dass man von allen diesen Bränden die geringste Ursach angeben konnte, als, es sey das Feuer mit Vorsatz bewirkt worden, so wie man es noch bei allen Selbstentzündungen that, und wie ich ein merkwürdiges Beispiel davon in Crell's *Annalen* vom Jahre 1789 mitgetheilt habe, wo in Ostgallizien in dem Städtchen Kolläzgie eine solche Feuersbrunst entstand, und man eben der Meinung war, das Feuer sey angelegt worden, bis ich dem Eigenthümer das Gegentheil bewies. Ausser den hier genannten Feuersbrünsten könnte ich noch viel andere, weniger beträchtliche, aufzeichnen, die hier im Lande alle Jahr um diese Zeit entstehn, wenn der Raum eines Briefs es zuliesse.

Indessen ist dieses schon genug, zu schliessen, dass zu gewissen Zeiten brennbare Körper mit geringerer Verursachung in Brand gerathen, als sonst, und dass

diese Ursache bloss in der Atmosphäre zu suchen sey. Wenn dieses einmahl genugsam erwiesen seyn wird, wird man vier Arten von Feuersbrünsten und deren Verursachung unterscheiden müssen: 1. Solche, die durch Menschen und Thiere mit hinlänglich brennenden Körpern zu allen Zeiten; 2. nur mit schwach brennenden Körpern und nur zu gewissen Zeiten, wo der Dunstkreis Anlage dazu hat, verursacht werden können; 3. Feuersbrünste durch Selbstentzündungen oder durch Gährungen, folglich ohne alle thierische Hülfe erzeugt, und 4. Feuersbrünste durch Wetterschläge.

Es ist aus der Physiologie der Pflanzen bekannt dass bei Tage aus den Blättern, (nicht auch aus den Blüthen,) eine Menge Sauerstoffgas ausgehaucht und die Atmosphäre damit verbessert wird, und dass je geschwinder der Wachsthum der Vegetabilien vor sich geht, diese organischen Körper die Luft und das Wasser desto stärker zersetzen, von der Luf den Kohlenstoff, auch vielleicht etwas Stickstof so wie vom Wasser das Hydrogen zu ihrem Wachs thume und ihrer Nahrung bei sich behalten, da Oxygen aber mit Hülfe des Tageslichts und de Sonne in die Atmosphäre fahren lassen. Dab ist aber doch die Luft im Winter reiner als sons und enthält mehr Lebensluft, wovon die Ursac vielleicht darin liegt, dass die Atmosphäre zu diese Zeit mit weniger Stickluft angefüllt werden kann

a die Fäulnng der organiſchen Körper in der Kälte
enig oder gar nicht von ſtatten geht. Sollte viel-
eicht, da Schneewaſſer im Frühjahre eine ſo vor-
ügliche Wirkung beim Bleichen, Färben, Brauen
. ſ. w. hervorbringt, der Schnee eine anziehende
raft gegen die Lebensluft beſitzen, ſo daſs Schnee
ie ein oxydirtes oder überſäuertes Waſſer anzuſe-
en wäre, und iſt dieſe Ueberſäuerung etwa auch
ier an der weiſsen Farbe ſchuld? *) Doch dem ſey

---

*) Unter der Vorausſetzung, daſs Fiſche, indem ſie im Waſſer athmen, das dem Waſſer beigemiſchte Sauerſtoffgas daraus abſcheiden, und in Waſſer, welches alles beigemiſchten Sauerſtoffgas beraubt iſt, ſogleich ſterben, hält ſich Carradori berechtigt, aus ſeinen Verſuchen mit Fiſchen in Schneewaſſer zu ſchlieſsen, *daſs das Schneewaſſer kein Sauerſtoffgas gebunden enthalte*, und aus der atmoſphäriſchen Luft ſelbſt ſpäter als anderes Waſſer, Sauerſtoffgas abſorbire. Dagegen hatte Haſſenfratz früher daraus, daſs Schnee bei ſeinem Zergehn Lackmustinctur ſtärker röthete, und aus einer ſehr reinen Eiſenauflöſung mehr Eiſenoxyd niederſchlug, als eben ſo viel deſtillirtes Waſſer, geſchloſſen, *Schnee ſey ein mit Sauerſtoff geſättigtes Waſſer;* ein Schluſs, den Carradori für nicht gültig hält. Da man über die Art, wie Sauerſtoff mit Waſſer ſich verbinden kann, noch allzuwenig Verſuche hat; ſo ſcheint die Frage: ob Schnee oxygenirtes Waſſer iſt, oder nicht, in der That noch unentſchieden zu ſeyn. *d. H.*

wie ihm wolle, so scheint mir so viel gewiss, dass auch im Winter, wenn die Luftgüte bis auf 0,96, oder selbst bis auf 0,90 und weiter steigt, leicht Entzündungen, aber nur in den Rauchkanälen, wie ich vor 2 Jahren beobachtet habe, entstehn, indem nur an solchen Orten der Wärmestoff oberflächlich oder zum Theil frei ist, indess er in den übrigen brennbaren Körpern gebunden bleibt. Ich fand einmahl im Winter 1789 die Luftgüte 0,875.

VII.

ANZEIGE.

Obgleich Buchhändleranzeigen nicht für diese Analen gehören, so glauben wir doch bei einem klassischen Werke wie folgendes, das in der Hand, nicht bloss des Astronomen, sondern auch des Physikers zu seyn verdient, eine Ausnahme machen zu müssen.

Herr Oberamtmann Dr. Schröter wird den längst gewünschten 2ten Theil seiner *selenotopographischen Fragmente zur genauern Kenntniss der Mondfläche, ihrer erlittnen Veränderungen und Atmosphäre,* mit 32 saubern Kupfertafeln von Tischbein, und einem vollständigen Register über beide ungefähr gleich starke Theile, in der bevorstehenden Leipziger Jubilate-Messe, in Commission der *Harjes'schen Kupferdruckerei* zu Lilienthal herausgeben. — So sehr auch der erste Theil die Wissbegierde der Astronomen, Naturforscher und Liebhaber schon befriedigt hat, so wird ihn doch gewiss dieser 2te Theil beträchtlich hinter sich lassen, da er die Früchte viel weiter dringender, 10jähriger, mehrentheils mit den grössten Instrumenten bewerkstelligter Forschungen liefert. Die Beobachtungen zufälliger veränderlicher Erscheinungen eines und eben desselben Flächentheils, die in der verschiednen Modification der Mondatmosphäre, und wahrscheinlich

auch in ſelenitiſchen Gewerben und Cultur der Fläche ihren Grund haben, die man hier findet, ſind kaum zu zählen, und erſt jetzt vermag der Naturforſcher die Landſchaften des Mondes, als Länder einer benachbarten Welt, in ſeinem Cabinette, mit gründlich-phyſiſchem Ueberblicke zu bereiſen. Der Pränumerations- und Subſcriptionspreis dieſes, mit groſsen Koſten verbundenen, wichtigen Werks iſt 1½ Piſtolen, und die Subſcription dauert bis Oſtern 1802. Die Pränumeranten und Subſcribenten erhalten die beſten Kupferabdrücke und den Text auf Schreibepapier. Der nachherige Ladenpreis iſt 2½ Piſtolen. Denjenigen, welche das Geſchäft des Sammelns übernehmen, ſo wie allen angeſehenen Buchhandlungen, welche ſubſcribiren oder in der Folge Exemplare verſchreiben, werden 10 pro Cent vergütet. Briefe und Gelder werden an die Harjesſche Kupferdruckerei, oder an den bei der Lilienthaler Sternwarte angeſetzten Mitbeobachter, Hrn. Harding, überſandt, welcher die Direction der Verſendung übernommen hat. Die Hrn. Subſcribenten des erſten Theils, welche nun auch den zweiten zu erhalten wünſchen, werden beſonders erſucht, ihre Namen *zeitig* einzuſenden, damit ſich dieſer zweite Theil nicht zu früh für ſie vergreife; ſo wie auch Aſtronomen, Naturforſcher und Naturliebhaber angelegentlichſt gebeten werden, die Verbreitung dieſes Avertiſſements zum Beſten der Wiſſenſchaft thätigſt zu befördern, und ihres Orts Subſcription anzunehmen.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1802, DRITTES STÜCK.

I.

BESCHREIBUNG

eines neuen Dampfmessers und damit angestellter Versuche über die Expansivkraft des Wasserdampfs in höhern Temperaturen,

von

L. Biker und H. W. Rouppe

zu Rotterdam. *)

Seitdem man die Expansivkraft des Wasserdampfs in den Dampfmaschinen als ein mächtiges mechani-

*) Ausgezogen aus den *Nieuwe Verhandelingen van het Bataafsch Genootschap der proefondervindelijke Wysbegeerte te Rotterdam. Deel* 1. *Amsterd.* 1800, q. 564 S. mit 12 Kupfertafeln. Dieser ganze Band handelt von den Dampfmaschinen, und enthält 1. eine Geschichte der Dampfmaschinen in Holland, nämlich der alten und neuen Rotterdammer und der Mydrechter Maschine; 2. drei Preisschriften über die Verbesserung der alten Rotterdammer Dampfmaschine; 3. Berichte über sie von Stenstra,

ſches Wirkungsmittel kennt, iſt es für die Maſchinenlehre wichtig, das Geſetz zu wiſſen, wonach dieſe Expanſivkraft mit der Hitze des Dampfes anwächſt. Der Erſte, der dieſes durch Verſuche auszumitteln ſuchte, war Ziegler, ein Schweizer, der ſeinen Apparat, um die Ausdehnungen verſchiedner Flüſſigkeiten und ihres Dampfs durch Wärme zu meſſen, in einem 1769 zu Baſel gedruckten Werkchen beſchrieb und abbildete.*) Er bediente ſich des Papinianiſchen Topfs, den er ſammt den

Blaſſiere u.ſ.w., van Swinden und Damen; 4. eine Reihe phyſikaliſcher Vorleſungen Biker's über die Natur des Dampfs und über die Dampfmaſchinen; und 5. gegenwärtigen nicht unwichtigen Aufſatz, der die intereſſanten Verſuche des Herrn Profeſſors Schmidt in ſeiner Abhandlung über die Expanſivkraft, Dichte und latente Hitze des reinen Waſſerdampfs bei verſchiednen Temperaturen, (in Gren's *neuem Journal der Phyſik*, B. IV, St. 3,) aufs beſte beſtätigt. Die Reihe der *Verhandelingen* der Rotterdammer Geſellſchaft ſchloſs ſich mit dem zwölften Bande.
d. H.

*) *Specimen phyſico-chemicum de Digeſtore Papini, eius ſtructura, effectu et uſu, primitias experimentorum novorum circa fluidorum a calore rarefactionem et vaporum elaſticitatem exhibens, quod, Gradum ad Doct. in Med. ſibi paraturus, publ. erud. exam. ſubmiſit* I. H. Ziegler, *Vitoduranus. Baſileae* 1769. 68 S. 2 Kupfertafeln. q. Siehe auch Prony's *Architecture Hydraulique*, Tome 2, p. 6, und Pl. 18, Fig. 211 und 210. *d. H.*

Deckeln mit ſtarken, zuſammengeſchrobnen, eiſernen Bändern umlegt hatte, damit die erhitzten Waſſerdämpfe ihn nicht zerſprengten. Die Deckplatte, (Taf. IV, Fig. 1,) hatte drei Oeffnungen. Die erſte, *A*, diente, um Waſſer in den Topf zu gieſsen, und wurde mit einer Schluſsſchraube feſt verſchloſſen. Die zweite, *B*, in der Mitte des Deckels, enthielt eine kupferne Röhre, die bis in das Waſſer des Topfs hinabreichte, und worein Waſſer, Oehl, Queckſilber oder eine andere Flüſſigkeit gegoſſen, und dann das Thermometer geſetzt wurde, mittelſt deſſen man die Hitze des Dampfs maaſs. In der dritten Oeffnung, *C*, befand ſich Ziegler's Electrometer; eine gläſerne cylindriſche Flaſche, *D*, in die er gewöhnlich Queckſilber goſs, und in die eine eiſerne Röhre, *E*, bis nahe an den Boden hinab hing, an welche ſich oben eine Glasröhre *F* dampfdicht anſchloſs. Durch eine Seitenöffnung im obern Theile der Flaſche trat der Dampf aus dem Papinianiſchen Topfe frei über die Queckſilberfläche, und trieb, ſo wie die Expanſivkraft deſſelben zunahm, das Queckſilber in die Glasröhre höher hinauf. Dieſe Vorrichtung nennt Ziegler ſein *phyſikaliſches Elaterometer*, und bediente ſich ihrer bei niedrigern Graden der Expanſivkraft des Dampfes. Bei höhern verſah er die Oeffnung *C* der Flaſche, ſtatt mit einer eiſernen Röhre, mit einer genau darauf paſſenden Deckplatte, auf der er, vermöge einer Schnellwage, einen gegebnen Druck anbrachte. (Fig. 2.) So wie die Expanſivkraft des Dampfes über dieſen

Druck hinaus ſtieg, ſchnellte die Wage in die Höhe. Dieſe Vorrichtung nennt er ſein *mechaniſches Elaterometer.* *)

Es fällt leicht in die Augen, daſs beide Elaterometer zu genauen Verſuchen über die Zunahme der Expanſivkraft mit der Wärme des Dampfes, nicht geſchickt waren. Denn erſtens hatte der Dampf keinen unmittelbaren Zutritt zur Thermometerkugel; die Hitze deſſelben muſste zuvor durch die kupferne Büchſe und eine andere Flüſſigkeit hindurchgehn, zeigte ſich daher am Thermometer immer zu geringe, und die Ausdehnung des Dampfs bei zunehmender Wärme lieſs ſich deshalb auf dieſe Art nicht genau meſſen. Zweitens enthielt der Papinianiſche Topf noch Luft, mit dem der Dampf ſich mengte, und wobei er in gleichem Wärmegrade nicht zu einer ſo groſsen Expanſivkraft, als ohnedies gelangt.

Seit Ziegler's Schrift vergingen volle zwanzig Jahr, ehe wieder ein Phyſiker an die Auflöſung jener Frage gedacht hätte. Betancourt's be-

*) Vergleicht man mit dieſen Elaterometern Ziegler's die neuern Dampfmeſſer, ſo ſieht man, daſs ſie im Weſentlichen alle mit deſſen phyſikaliſchem Elaterometer übereinſtimmen; am Bikerſchen findet ſich auch eine Nachbildung ſeines mechaniſchen Elaterometers. Ziegler's Bemühungen verdienen daher immer, nicht vergeſſen zu werden. *d. H.*

kanntes *Mémoire sur la force expansive de la vapeur de l'eau et de l'esprit de vin*, erschien zu Paris gegen Ende des Jahrs 1790. Es enthält die Beschreibung und Abbildung eines neuen, sehr verbesserten Dampfmessers, und treffliche Versuche, durch welche diese Materie in ein helleres Licht gesetzt wurde; dabei waren Ziegler's Bemühungen Betancourt ganz unbekannt geblieben. Auch er machte seinen Dampfmesser aus Kupfer, in Gestalt einer Kugel, die birnförmig ausläuft, und brachte in der Deckplatte 3 Oeffnungen an. (Fig. 3.) Die eine für das hineinzugießsende Wasser, mit einer festen Schwanzschraube; die zweite im Mittelpunkte der Deckplatte, in welche ein Thermometer fest gekittet wurde, so daſs die Kugel 2 Zoll über dem Boden hing; und die dritte, in welche das offne Ende der gläsernen Barometerröhre dampfdicht befestigt wurde. Von der Deckplatte ab, ging diese Röhre erst einige Zoll weit senkrecht in die Höhe, dann eben so weit horizontal, und darauf 30 Zoll tief senkrecht herab. Hier erweiterte sie sich in ein cylindrisches Gefäſs, von dessen Boden ab sie sich wieder aufwärts krümmte, und nun 110 Zoll weit senkrecht in die Höhe stieg. Eine bewegliche Scale, die sich längs der Röhre herauf und herab schieben lieſs, zeigte ganze pariser Zoll und Zwanzigstel Zoll. Die herabgehende und das unterste Stück der heraufgehenden Röhre wurden mit Quecksilber gefüllt, das obere Ende der langen Röhre zugeschmolzen, und hier eine torricellische Leere her-

vorgebracht. Um auch den Topf oder die Kugel luftleer machen zu können, war im Halfe deffelben, an der Seite, eine kupferne Röhre mit einem Hahne angebracht, mittelft deren er fich mit dem Recipienten einer Luftpumpe verbinden, und auspumpen liefs, bis das Queckfilber im langen Schenkel nur um ein paar Linien höher als in dem herabgehenden Schenkel ftand. Wurde dann die Kugel über ein Feuer gefetzt, fo prefste der fich entwickelnde Dampf das Queckfilber in die längere Röhre hinauf, wobei denn die Wärmegrade und die gleichzeitigen Queckfilberhöhen forgfältig beobachtet wurden.

Ungefähr 3 Jahr vorher, ehe Betancourt's Abhandlung erfchien, hatte auch ich, ohne etwas von Ziegler's Schrift zu wiffen, einen Apparat einrichten laffen, um über die Zunahme der Elafticität der Dämpfe mit der Wärme Verfuche anzuftellen. Da mich aber Gefchäfte abhielten, die Fehler, die ich daran bemerkte, verbeffern zu laffen, verfchob ich die Verfuche, die ich damit vorhatte, und gab fie, als ich Betancourt's *Mémoire* gelefen hatte, völlig auf. Erft vor zwei bis drei Jahren wurde ich durch die Bitte unfrer Societät, meine Vorlefungen über die Dampfmafchinen, mit den übrigen hierher gehörigen Verhandlungen, in ihrem Namen herauszugeben, und durch die Anerbietung, auf ihre Koften den Dampfmeffer, wie ich es angeben würde, verbeffern, und die Verfuche ausführen zu laffen,

beſtimmt, mich dieſen Verſuchen endlich wirklich zu unterziehn. Betancourt's Dampfmeſſer ſchien mir den Fehler zu haben, daſs der Dampf, ehe er mit dem Queckſilber in Berührung kömmt, auſserhalb des Dampfgefäſses durch eine zu lange Glasröhre geht, und dadurch eine merkbare Abkühlung und Verminderung ſeiner Expanſivkraft leidet. Auch glaubte ich, die Luft aus dem Kupfergefäſse durch den Dampf ſelbſt vollkommner, als mittelſt einer Luftpumpe austreiben zu können. Die Einrichtungen, wie ich dieſes zu bewerkſtelligen hoffte, hatte Herr Rouppe, Lehrer der Chemie zu Rotterdam, die Güte unter ſeinen Augen ausführen zu laſſen, und in Verbindung mit mir, theils in unſrer beider Gegenwart, theils allein, die Verſuche mit der gröſsten Genauigkeit anzuſtellen. Von ihm rühren auch die Tabellen am Ende dieſes Auffatzes her. Wie auſserordentlich mühſam und zeitſpielig alles dieſes war, läſst ſich kaum beſchreiben.

Taf. IV, Fig. 4, ſtellt meinen neuen Dampfmeſſer vor. *A* iſt der eiſerne Ofen mit Herd und Aſchenloch. *B B* der Keſſel oder Topf, aus $\frac{3}{16}$ Zoll dickem Kupfer, inwendig 11 Zoll hoch und 10 Zoll weit, der auf eiſernen an den Rand des Ofens befeſtigten Anſätzen hängt, und zwiſchen welchem und dem Keſſel ſo viel Raum bleibt daſs die Flamme ihn umſpielen kann. Der Deckel *C* iſt noch einmahl ſo dick, als der Topf, und durch feſte Schrauben unweit des Umfangs auf eine zwiſchen beide ge-

legte Bleischeibe dampfdicht angedrückt; eine Vorrichtung, die zu empfehlen ist. *)

Der Deckel enthält überdies 5 Oeffnungen. In der im Mittelpunkte ist auf dazwischen befindliches Blei der Fuſs *D* der kupfernen Röhre oder des Dampfcylinders *GG*, welcher den Hahn *M* enthält, fest geschraubt. Dieser Hahn ist doppelt durchbohrt, und durch ihn läſst sich die Röhre mit dem Kessel oder mit der äuſsern Luft in Verbindung setzen. Auch läſst er sich so drehen, daſs er dem Dampfe oder der Luft aus dem Kessel den Ausgang ins Freie gewährt, um den Kessel, vor Anfang der Versuche, luftleer zu machen. **) Wenn man die Deckplatte der Röhre *GG* abschraubt, läſst sich in ihr ein dampfdicht schlieſsender Kolben anbrin-

*) Lederscheiben, deren man sich in den Luftpumpen bedient, um einen Theil an den andern luftdicht anschlieſsen zu machen, sind hier, nach Herrn Schmidt's Erfahrungen, nicht wohl zu brauchen, da sie bei höhern Temperaturen allzuleicht verbrennen. *d. H.*

**) Ungeachtet Biker selbst im Vorhergehenden diese von Hrn. Prof. Schmidt zuerst eingeschlagne Methode dem Auspumpen der Luft aus dem Topfe vorzieht; so bediente er sich doch in den folgenden Versuchen dieses letztern Mittels, um den Topf luftleer zu erhalten. Auch scheint der ganze Dampfcylinder sich nur als mechanisches Elaterometer und zu andern Versuchen über den Dampf, als denen, worauf es hier ankömmt, an diesem Dampfmesser zu befinden. *d. H.*

gen, an dessen Kolbenstange zu oberst eine Messingscheibe, etwas grösser als der Querschnitt des Cylinders, gelöthet ist. Auf sie legt man beliebige Gewichte, von 30 Pfund und mehr, welche der Dampf durch seine Expansivkraft hebt. Zum Behufe dieser Art von Versuchen dient auch die kleine mit einem Hahne versehne Röhre *N*, welche aus dem Dampfcylinder hervortritt, und auf die sich eine kleine Spritze aufschrauben läſst. Ist das Gewicht gehoben, so dreht man den Hahn *M* so, daſs er die Gemeinschaft mit dem Kessel aufhebt, und die Röhre mit der äuſsern Luft in Verbindung setzt, und spritzt dann Wasser in die Röhre. Dieses condensirt die Dämpfe, und läuft, während das Gewicht wieder herabsinkt, durch die Oeffnung im Hahne *M* ab.

Die zweite Oeffnung des Deckels, *R*, dient, den Kessel mit Wasser zu füllen, bis zu beliebigen Höhen, die man an einem Zollstabe, der hineingesteckt wird, abnimmt. In diese Oeffnung läſst sich eine mit einem Hahne *L* versehene Röhre *RS*, über einem Bleiringe, dampfdicht einschrauben, in welche eine zweite horizontale Röhre *SO* paſst, durch die der Kessel mit dem Recipienten einer Luftpumpe in Verbindung zu setzen, und die Luft aus ihm auszupumpen ist. Statt jener Röhre kann man auch ein Sicherungsventil in die Oeffnung *R* einschrauben, welches aus einem Kegelventil besteht, dessen Conus durch einen darauf stehenden Stift mit einem kleinen horizontal liegenden einarmigen Hebel, unweit dessen Drehpunkt, verbunden ist, und durch

Gewichte, die ans Ende des Hebels angehängt werden, sich mit beliebiger Stärke andrücken läſst. Uebersteigt die Expanſivkraft der erhitzten Dämpfe den Grad, der dieſem Drucke entſpricht, ſo wirft der Dampf den Konus in die Höhe, und die Dämpfe, die ſonſt Theile des Apparats ſprengen könnten, entweichen durch dieſes Ventil.

In der dritten Oeffnung des Deckels, *I*, iſt ein Thermometer *EP* mit Fahrenheitſcher Scale angebracht, deſſen Kugel 4 Zoll tief in den Topf hinab, und, je nachdem dieſer mehr oder weniger gefüllt iſt, in Waſſer oder Dampf hängt.

In der vierten Oeffnung, *K*, iſt die über 110 Zoll lange, oben luftleere Barometerröhre *KQ* befeſtigt, welche durch einen eiſernen, den Cylinder zu oberſt umfaſſenden Arm *G*, zugleich mit ihrer Scale, in ſenkrechter Lage erhalten wird. Die Scale *F* iſt in Zehntel *Rheinländiſche* Zolle abgetheilt. Das Thermometer und das Barometer ſind in dieſe Oeffnungen, auf die von Prony angegebne Art, (*Nouv. Architect. Hydraul.*, T. 2, p. 10,) dampfdicht eingeſetzt; nur daſs wir das Werg, ſtatt mit fettem Kitt, mit einem Gemiſche aus Mennige und dick eingekochtem Leinöhle beſtrichen. Mit derſelben Maſſe, der noch etwas Bleiweiſs zugeſetzt wurde, verſtrichen wir alle Ritzchen, die ſich zeigten, und ſie hielt, nachdem ſie gut getrocknet war, aufs beſte. — Das untere offne Ende der Barometerröhre geht bis nahe an den Boden des eiſernen Behälters *P*, Fig. 5, hinab, welches unter dem Deckel

dd angebracht iſt, in der Tiefe 5, und in der Weite $2\frac{1}{2}$ Zoll hält, und das Queckſilber genug faſst, um damit die ganze Barometerröhre füllen zu können. Durch eine Oeffnung *e* im Halſe des Behälters, hat der Dampf des Keſſels freien Zutritt über die Queckſilberfläche. Zu oberſt geht aus dieſem Behälter eine Nebenröhre *abc* ab, und tritt durch die fünfte Oeffnung des Deckels *H* hervor. Das Stück oberhalb des Deckels iſt mit einem in einem rechten Winkel durchbohrten Hahne verſehn, mittelſt deſſen ſich das Innere des Keſſels mit der äuſsern Luft in Verbindung ſetzen läſst, ſo daſs durch ihn die Luft aus dem Keſſel, die durch das Loch *e* in den Behälter eintritt, oder auch der Dampf, wenn er allzu heiſs und zu ſtark expandirt wird, entweichen kann. Dieſer Hahn vertritt daher einigermaſsen die Stelle eines Sicherungsventils.

Die Einrichtung dieſes Queckſilberbehälters für das Barometer iſt es hauptſächlich, worauf ſich meine Verbeſſerung des Dampfmeſſers gründet; und ich halte meinen Dampfmeſſer eben deshalb für vollkommner als den *Betancourtſchen*, weil in ihm der heiſse Waſſerdampf unmittelbar auf gleich ſtark erhitztes Queckſilber drückt, ohne daſs das Queckſilber oder die äuſsere Luft ihn abkühlt und dadurch ſeine Expanſivkraft mindert. — Auch Herr Prof. Schmidt in Gieſsen ſuchte vor mehrern Jahren Betancourt's Apparat von dieſer Seite zu vervollkommnen. Sein verbeſſerter Dampfmeſſer, wie er in Gren's *neuem Journal der Phyſik*, B. 4, St. 3,

abgezeichnet und beſchrieben iſt, hat, ſtatt Betancourt's doppelt gebogner Barometerröhre, eine auf dem Deckel des Topfs, (Fig. 6,) ſtehende cylindriſche eiſerne Büchſe, die groſsentheils mit Queckſilber gefüllt iſt. Durch ihre Bodenplatte und durch den Deckel des Topfs geht, in einer Lederbüchſe, eine eiſerne Röhre, faſt bis an die Deckplatte der Queckſilberbüchſe hinauf, welche die heiſsen Waſſerdämpfe über das Queckſilber leitet; und durch eine Lederbüchſe in der Deckplatte ſelbſt, ſteigt, faſt vom Boden der Queckſilberbüchſe an, eine lange, oben offne, und mit einer Scale verſehene Barometerröhre ſenkrecht hinauf, in welche der Druck der Dämpfe das Queckſilber aus der eiſernen Büchſe in die Höhe treibt. Man ſieht indeſs leicht, daſs auch bei dieſer Einrichtung der Dampf, ehe er die Queckſilberfläche erreicht, auf die er drückt, beträchtlich an Wärme, und mithin an Expanſivkraft, verlieren muſs. *)

*) Ich geſtehe, daſs ich nicht recht abſehe, wie dieſes einen merklichen Einfluſs auf die Queckſilberhöhe in der Barometerröhre haben könne, vorausgeſetzt, daſs keine Verwandlung des Dampfs in Waſſer dabei ſtatt findet, welche wohl kaum einmahl im Anfange des Verſuchs zu befürchten ſeyn dürſte. Die Queckſilberhöhe entſpricht, ſo viel ich einſehe, nicht dem Drucke, den die abgekühlten Dämpfe, die das Queckſilber unmittelbar berühren, *lediglich ihrer Wärme entſprechend*, auf die Queckſilberfläche äuſsern; ſondern der

Bei den Verfuchen, die wir mit meinem Dampf-
ıeffer anftellten, und deren Refultate man in der
rften Tabelle, am Ende diefes Auffatzes, findet, wur-
e, nachdem der Keffel bis auf die beftimmte Höhe
ıit Waffer gefüllt war, zuerft die Luft aus demfel-
en mittelft einer Luftpumpe, fo viel als möglich,
usgepumpt. Dann wurde ein kleines Feuer unter
em Keffel angemacht, um das Waffer darin all-
nählig zu erwärmen und zum Kochen zu bringen.
o wie das Thermometer den Siedepunkt, und das
Queckfilber in der langen Röhre zugleich die Ba-
ometerhöhe für den Tag erreicht hatten, wurde
las Feuer ausgedämpft, da fich denn nach dem Er-
kalten, aus dem Stande der Barometerprobe der
Luftpumpe, abnehmen liefs, ob auch der ganze Ap-
parat völlig luftdicht fchlofs. War diefes der Fall,
o wurde nun das Feuer wieder angemacht, und wäh-
end der eine Beobachter fich ans Thermometer
tellte und die fteigenden Wärmegrade angab, be-

ftärkere Druck der heifsern Dämpfe im Topfe
mufs fich durch fie, (als eine Flüffigkeit,) un-
gefchwächt fortpflanzen, und daher die Queck-
filberhöhe ihrer Expanfivkraft gemäfs feyn. Die-
fes fcheint auch die Erfahrung zu beftätigen, da
die Tabelle II, am Schluffe gegenwärtigen Auf-
fatzes, ausweift, dafs der Bikerfche Dampfmeffer
keinesweges gröfsere Queckfilberhöhen, bei glei-
chen Wärmegraden, als die beiden andern Dampf-
meffer, vielmehr beträchtlich kleinere, als der
Betancourtfche gegeben hat. *d. H.*

obachtete der andere die gleichzeitigen Queckſilberhöhen in der Barometerröhre nach Zollen und Linien, welche ſogleich in eine vorläufig dazu eingerichtete Tabelle aufgezeichnet wurden. Wir gaben uns ſehr viel Mühe, die Hitze, nach Betancourt's Vorſchrift, ſo zu mäſsigen, daſs das Queckſilber auf einen Zoll 1 oder 2 Minuten im Steigen zubrächte; aber durchgängig ſtieg es viel geſchwinder, doch nicht ſo ſchnell, daſs wir nicht für jeden Thermometergrad, ſo wie er angegeben wurde, die gleichzeitige Queckſilberhöhe ſehr wohl hätten beſtimmen können. Da uns indeſs dieſes doch einigemahl miſsglückte, auch wenn die Hitze zu ſchleunig zunimmt, ſie ſich nicht ſchnell genug dem Thermometer mittheilen kann, und man dann zu hohe Queckſilberſäulen für die Wärmegrade erhält, wie wir und auch Herr Schmidt bei ſeinen Verſuchen mehrmahls wahrnahmen; ſo iſt es ſehr rathſam, das Feuer möglichſt zu mäſsigen und jeden Verſuch recht langſam anzuſtellen.

Merkten wir, daſs der Dampf ſich zu gewaltig ausdehnte, ſo öffneten wir, um nicht Gefahr zu laufen, den Hahn *H*, und lieſsen einen guten Theil Dampf entweichen, wobei manchmahl zugleich Queckſilberdämpfe mit hinaus traten. Einmahl begegnete es uns, daſs, während das Thermometer hierbei auf einerlei Stelle blieb, das Barometer einige Zeit lang ſank, unſtreitig wegen des Entweichens der Dämpfe; ein Beweis, wie ſehr es bei dieſen Verſuchen darauf ankömmt, daſs der Topf

oder Kessel überall völlig dampfdicht schliesse. Dieses ist auch der Grund, warum sich bei Versuchen mit Dampf von hoher Expansivkraft das Sicherungsventil nicht anbringen läſst; denn mag man es noch so sehr mit Gewichten beschweren, so entweicht hier doch der Dampf allzuleicht.

Bei aller unsrer Sorgfalt, alle Schrauben recht fest anzuziehn, und alle Ritzchen aufs beste zu verkitten, entstand doch oft, bei hoher Expansivkraft des Dampfs, plötzlich ein Leck am Kitte einer der Röhren am Deckel; und dieser lieſs sich dann durch kein Mittel wieder heben, so daſs wir nicht selten genöthigt waren, den Versuch in der Mitte abzubrechen, da er, besonders bei groſsen Quecksilberhöhen, so wie Dampf entweicht, fehlerhaft wird. Besonders begegnete uns das in dem letzten Versuche; und überhaupt gegen das Ende der Versuche, welches wir daher fortlassen oder nach wiederhohlten Versuchen verbessern muſsten. Bis auf 260° Wärme blieb der Kessel jedesmahl völlig dampfdicht, und bis dahin stimmten auch alle Versuche völlig überein.

Hörten wir während eines Versuchs ein Pfeifen und Blasen, ohne doch die Stelle, wo der Dampf entwich, finden zu können, so klebten wir, nach Endigung des Versuchs, und nachdem alles abgekühlt war, um den Rand des Kessels und um die Oeffnung, die wir am meisten in Verdacht hatten, einen kleinen Damm von Baumwachs, gossen darein Wasser, und setzten die Röhre *SO* mit einer Com-

pressionspumpe in Verbindung. Beim Verdichten der Luft im Kessel entdeckte sich dann die wandelbare Stelle durch die Luftblasen, die an ihr durch das Wasser hervordrangen.

Wir haben unsre Versuche mit verschiednen Wassermengen im Topfe oder Kessel angestellt, und zwar, wie man aus Tabelle I sieht, mit allen Wasserhöhen, Zoll für Zoll, von 1 bis 10 Zollen, indess der Topf selbst eine Tiefe von 11 Zollen hatte. In den Resultaten derselben fanden, für einerlei Wärme, keine Unterschiede von Belang statt, so dass die grössere oder geringere Wassermenge im Gefässe keinen Einfluss auf den Versuch zu haben, und nichts zur Expansivkraft des Wasserdampfs bei gegebner Hitze beizutragen scheint; ein Resultat, worin unsre Versuche von den Betancourtschen abweichen. *) Nur scheinen, wenn der Kessel mehr mit Wasser

*) **Betancourt** stellte 4 Reihen von Versuchen an, als der Topf oder Kessel seines Dampfmessers bis auf $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ und $\frac{3}{4}$ mit Wasser gefüllt war. Die drei ersten Versuchsreihen gaben höhere Quecksilberstände für einerlei Wärme, als die vierte; besonders die erste. Er erklärt sich dieses daraus, dass in ihnen das Thermometer im Dampfe, in der vierten Versuchsreihe dagegen im Wasser hing, und in letzterer deshalb die Wärme schneller, als in den erstern, angenommen habe, wo das Thermometer gegen die wirkliche Wärme der Dämpfe zurückgeblieben sey, und man daher zu grosse Expansivkräfte gefunden habe. Die Biker-

Vaſſer gefüllt war, die Stöſse ſchwächer zu ſeyn, der ganz zu fehlen, die man ſonſt zu Anfang des Kochens hört; wahrſcheinlich weil dann der luft-leere Raum über dem Waſſer geringer iſt, und ſich ſchneller mit Dämpfen füllt, die durch ihren Druck das Anſteigen des Dampfs in groſsen Blaſen verhindern.

In unſerm letzten Verſuche hatten wir die Barometerröhre oben geöffnet, um den Druck des Queckſilbers in ihr durch den Luftdruck zu verſtärken. Wir wollten ſehn, wie weit ſich wohl die Expanſivkraft des Dampfs in unſerm Apparate würde erhöhen laſſen, und in der That brachten wir ihn bis zum vierfachen Luftdrucke. Schade war es, daſs auch während dieſes Verſuchs ein Leck entſtand, welcher machte, daſs bei 275° Wärme nur eine Queckſilberſäule von 25, und bei 305° Wärme nur eine Säule von 94 Zoll Höhe getragen wurde. Rechnet man dazu 29 rheinl. Zoll Queckſilberhöhe für den Luftdruck auf die obere Fläche des Queckſilbers in der offnen Röhre, ſo giebt das

Bikerſchen Verſuche, wo die Thermometerkugel 4 Zoll tief in den Topf hinab, und folglich in den 4 erſten Verſuchsreihen im Dampfe, in den beiden letztern im Waſſer hing, und dabei doch keine bemerkbaren Unterſchiede gaben, beweiſen, daſs dieſes nicht der wahre Grund der Verſchiedenheit in Betancourt's Verſuchsreihen ſeyn konnte, wie das auch Herr Schmidt, a. a. O., S. 256, bemerkt. *d. H.*

bei 275° 81 Zoll, und bei 305° 123 Zoll Quecksilberhöhe. Die erstere ist, wie aus Tabelle I erhellt, um 13 Zoll, und die letztere sicher noch um viel mehr zu klein. Wir mussten daher diesen Versuch aus der Tabelle fortlassen, hoffen ihn aber während dieses Winters zu wiederhohlen.

Mehrmahls dämpften wir nach geendigtem Versuche das Feuer aus, und beobachteten das Sinken des Thermometers und Barometers, welches, wie wir fanden, genau nach dem Verhältnisse vor sich geht, nach welchem beide mit einander ansteigen. Dabei behält das ringsum eingeschlossne Wasser seine Wärme zum Bewundern lange.

In der *ersten* der beiden folgenden Tabellen enthalten Columne 1 die Wärmegrade, wie sie der eine Beobachter nach dem Thermometer mit Fahr. Scale angab; Columne 2 bis 7 die gleichzeitigen beobachteten Queckſilberhöhen in der Barometerröhre, insgesammt auf einerlei Luftdruck von 29 rheinl. Zollen Barometerhöhe reducirt, wie sie bei verschiednen Wasserhöhen im Kessel, vom zweiten Beobachter, in fehlerfreien Versuchen wahrgenommen wurden; und Columne 8 die mittlern Resultate aus diesen Versuchen, aus deren Vergleichung mit den Versuchen selbst am besten erhellt, wie die verschiedne Wasserhöhe im Kessel ohne merklichen Einfluss auf die Expansivkraft des Dampfes ist. *)

*) Interessant würden Versuche mit noch weit weniger Wasser seyn, um daraus die Frage zu beant-

ese mittlern Resultate ſind von Herrn Rouppe
cht ohne Mühe berechnet, da er dabei auf die
eränderung des Niveaus der Queckſilberfläche in
m Behälter, beim Steigen des Queckſilbers in
er Barometerröhre Rückſicht nehmen, und die
eobachteten Queckſilberhöhen hiernach verbeſſern
ußte. *)

Nicht minder mühſam war die *zweite* Tabelle
u berechnen. Betancourt und Schmidt hat-
en ſich des Reaumüriſchen Thermometers und ei-
ner nach pariſer Maaſs eingetheilten Barometer-
ſcale; wir uns des Fahrenheitiſchen Thermometers
und des rheinländiſchen Maaſses bedient. Um alle
dieſe Beobachtungen mit einander zu vergleichen,
mußsten wir daher unſre Beobachtungen auf Grade
des Reaumüriſchen Thermometers, und Betan-
court's und Schmidt's Queckſilberhöhen auf

worten, die Herr Prof. Schmidt, a. a. O., S. 263, aufwirft: ob der Waſſerdampf, der unter Umſtänden, wo kein neuer hinzukommen kann, erhitzt wird, in dieſer bloſsen Vermehrung ſeiner ſpecifiſchen Elaſticität daſſelbe Geſetz befolge, als wenn zugleich immer neu erzeugter Dampf mit hinzukömmt, und zugleich ſeine Dichtigkeit vermehrt. *d. H.*

*) Auch wegen der zunehmenden Wärme des Queckſilbers wäre wohl unſtreitig eine Reduction der Barometerſtände auf einerlei Temperatur nöthig. Aber wie ſoll die Wärme des Queckſilbers beſtimmt werden? *d. H.*

rheinl. Zolle reduciren. *) Man sieht aus dieser Tafel, daſs unsre Versuche mit denen Betancourt's und Schmidt's aufs beste zusammenstimmen.

Weitere Resultate aus ihnen zur Beurtheilung der Formeln Prony's und Schmidt's zu ziehn, überlassen wir andern. **) Nur müssen wir vor al-

*) Die *Betancourtschen* Versuche sind seine vierte Versuchsreihe, als der Topf zu ¼ mit Wasser gefüllt war, welche er selbst für die besten erklärt. Bei 110° steht in der Tabelle des Originals fälschlich 100,9 Zoll, und unter den *Schmidtschen* Versuchen 100,6 Zoll; ein Versehn, welches ich verbessert habe. Auch fehlen im Holländischen die 4 letzten Versuche Schmidt's, die erst von mir der Tabelle beigefügt sind. Die beiden letzten mit † bezeichneten Quecksilberhöhen sind etwas zu niedrig, da bei ihnen ein Leck entstanden war, aus dem der Dampf herausdrang. *d. H.*

**) Bedeutet t den Wärmegrad des Wasserdampfs nach der 80theiligen Scale des Quecksilber-Thermometers, und e die Höhe der Quecksilbersäule, deren Druck die Expansivkraft dieses Dampfes miſst, in Hundertel pariser Zollen; so ist nach Hrn. Schmidt's Formel $e = t^{1,4113 + 0,005t}$ (Gren's *neues Journal der Physik*, B. 4, S. 284.) Daſs diese Formel nicht nur innerhalb der Grenze unsrer bisherigen Versuche der Expansivkraft der Wasserdämpfe nach Schmidt's Versuchen weit besser als die von Prony aufgestellte entspricht, sondern auch über diese Grenze hinaus sehr wahrscheinlich bleibt, indeſs die Pronysche hier gar

n Dingen noch bemerken, daſs nach unſern Ver-
chen, was auch Herr Schmidt beſtätigt, der
ampf ein vollkommen luftleeres *Vacuum* hervor-
ıbringen vermag. Auch ſieht man aus ihnen, daſs
er Dampf immer einerlei Wärme mit dem Waſſer
at, woraus er entſteht.

bald zu ſinnloſen Ausſagen führt, iſt nach dem, was Herr Schmidt darüber geſagt hat, ziemlich evident. Welche von beiden Formeln für die richtigere zu halten ſey, möchte daher, wenn man die Genauigkeit der Schmidtſchen Verſuche, die dabei zum Grunde liegen, anerkennt, kaum noch zweifelhaft ſeyn. Daſs aber den *Schmidtſchen Verſuchen* vor den *Betancourtſchen* unbezweifelt der Vorzug gebührt, fällt aus Tafel 2 in die Augen, da das Mittel aus den ſo gut zuſammenſtimmenden *Bikerſchen* und *Rouppeſchen* Verſuchen, Grad für Grad mit den Schmidtſchen ſo nahe zuſammenfällt, als man es bei ſo miſslichen Verſuchen, wo ſo manche Kleinigkeit, die der Beobachter nicht in ſeiner Gewalt hat, mit in das Spiel kömmt, nur immer erwarten kann. Die Verſuche unſers Landsmannes übertreffen ſelbſt die der beiden Holländiſchen Phyſiker im regelmäſsigen Gange der Reſultate, daher ſie auch mit den nach ſeiner Formel berechneten Expanſivkräften des Waſſerdampfs, Grad für Grad, genauer als die Bikerſchen übereinſtimmen. (Vergl. Gren's *neues Journal der Phyſik*, B. 4, S. 275 f.) Am genaueſten möchte vielleicht ein Mittel aus beiden Verſuchsreihen mit der Wahrheit übereinſtimmen. *d. H.*

Erste Tabelle.

Quecksilberhöhe in der Barometerröhre des Dampfmessers, beobachtet von Biker und Rouppe nach rheinländ. Zollen, und reducirt auf einem Barometerstande von 29 rheinl. Zollen.

bei einer Wärme n. Fahrh. von	Als in den 11 Zoll tiefen Topf des Dampfmessers Wasser gegossen war, bis auf eine Höhe von:						im Mittel: Wegen des Niveaus corrigirte Höhe.
	1''	3''	5''	7''	9''	10''	
212°	29	29	29	29	29	29	29
213	30,6	30,5	30,1	30,2	30,5	29,9	30,3
214	31,2	30,9	30,6	31	31,1	30,7	30,9
215	31,6	31,3	31	31,6	31,7	31,8	31,5
216	32,1	31,9	31,7	32,3	32	32,7	32,1
217	32,7	32,5	32,3	32,7	32,7	33,1	32,6
218	33,3	33,3	33,1	33,4	33,2	33,8	33,5
219	33,9	33,9	33,8	34	33,9	34,5	34
220	34,6	34,5	34,3	34,6	34,6	35,1	34,7
221	35,2	35	35	35,6	35,1	35,8	35,3
222	35,5	35,7	35,7	36,3	35,8	36,5	35,9
223	36,5	36,3	36,2	36,9	36,4	37,5	36,6
224	37,1	36,9	37	37,6	36,8	38	37,4
225	37,8	37,6	37,9	38,3	37,6	38,6	37,9
226	38,3	38,4	38,5	39	38,7	39,2	38,7
227	39,1	39,1	39,5	39,9	39,6	40	39,5
228	39,9	39,8	40,3	40,7	40,2	41	40,3
229	40,3	40,5	41	41	41,1	41,6	41
230	41,1	41,2	42,2	42,3	42,6	—	41,8
231	41,7	41,8	43,4	43	43,2	42,8	42,8
232	43	42,5	44,2	43,7	44,1	43,8	43,5
233	44,3	43,9	44,8	44,6	45,3	44,4	44,5
234	44,9	44,8	45,9	45,6	46,2	45,7	45,5
235	45,7	45,7	46,2	46,4	47,1	46,8	46,3
236	46,6	46,5	46,8	47,3	47,9	47,9	47
237	47,5	47,3	47,5	48,2	48,3	48,3	48,2
238	48,3	48,1	48,4	49	49,2	49,1	48,7
239	49,2	49	49,3	50,1	50	50,2	49,7
240	50,2	50,1	50,4	50,9	50,5	50,9	50,5

...är- ...ne ...rh.	Queckſilberhöhe, bei einer anfängl. Waſſerhöhe im Keſſel des Dampfmeſſers, von 1″	3″	5″	7″	9″	10″	im Mittel:
41°	51,1	51	51,3	51,2	51,3	51,4	51,2
42	52,2	52,3	52,2	52,7	52,5	52,3	52,3
43	53,9	53,8	53	53,8	53,4	53,1	53,5
44	54,8	54,8	53,8	54,7	54,4	54,3	54,5
45	55,9	55,8	54,9	55,6	55,5	55,4	55,3
46	56,8	56,8	55,7	56,6	56,6	56,7	56,5
47	57,6	57,8	56,9	57,6	57,5	57,9	57,5
48	58,7	58,8	58,1	58,7	58,4	58,9	58,6
49	59,9	59,8	58,8	59,2	59,5	59,9	59,7
0	61	60,9	60,1	60,9	60,6	61	60,7
1	61,1	62	61,3	61,9	61,7	61,9	61,8
2	63,2	63,1	62,5	63	62,9	63	62,9
3	64,2	64,2	63,9	64,1	63,9	64,1	64
4	65,4	65,4	65	65,4	65,1	65,1	65,2
5	66,8	66,8	66,3	66,8	66,8	66,6	66,6
6	68,1	68,1	67,6	68,5	68	68,1	68
7	69,1	69,3	68,6	69,2	69,1	69,2	69
8	70,2	70,5	69,9	70,1	70,3	70,4	70,4
9	71,4	71,7	71	71,6	71,5	71,8	71,5
0	72,6	72,9	72,2	72,3	72,7	73	72,6
1	73,5	73,8	73,5	73,4	73,8	74,1	73,7
2	74,8	75	74,9	74,8	74,7	75	74,8
3	76	76,5	75,9	75,9	75,8	76	76,1
4	77,2	77,9	77,2	76,9	77	77,1	77
5	78,4	79	78,5	78,1	78,2	78,3	78,4
6	79,7	80,3	80,3	80,2	79,9	79,7	80
7	80,8	81,9	82,1	81,5	81,3	80,9	81,4
8	82,1	82,3	83,4	82,7	82,9	82,3	82,6
9	84	83,9	84,3	84,1	84,3	83,9	84
0	86,2	86,1	85,9	85,8	86	85,2	85,8
1	88,3	88	87,5	87,1	87,5	86,9	87,5
2	90,1	90,2	89,3	89	89,1	88,8	89,6
3	91,4	91,5	91	90,9	91	89,9	90,9
4	92,8	93,1	92,9	91,7	92	92	92,6
5	94,6	95,2	94,9	94,6	94,9	94,7	94,8
6		98,9	97,8	97,5	97,8	97,8	97,9
7			99,1	98,9	99,1	98,7	98,9
8						102,1	102,1

Zweite Tabelle.

Queckſilberhöhe in rheinländ. Zollen, welche die Expanſivkraft des Waſſerdampfs miſst.

bei einer Hitze nach d. Raum. Therm. v.	d. Fahrenh. Therm. von	zufolge der Verſuche von Betan-court	Schmidt in Gieſsen	Biker und Rouppe
80°	212°	29		29
81	214¼	30,7		30,9
82	216½	32,4	32,1	32,4
83	218¾	34,2	33,7	33,9
84	221	35,8	35,2	35,9
85	223¼	37,7	36,7	37,6
86	225½	39,5	38,2	38,3
87	227¾	41,4	39,8	40,1
88	230	43,7	41,6	41,8
89	232¼	45,9	43,3	43,6
90	234½	48	45,2	45,9
91	236¾	50,1	47,6	47,8
92	239	52,3	49,8	49,7
93	241¼	54,9	51,8	51,5
94	243½	57,3	53,7	54
95	245¾	59,5	56,8	56,1
96	248	61,9	58,8	58,6
97	250¼	65,7	61,3	61,2
98	252½	68,5	63,9	63,5
99	254¾	71,9	66,7	66,2
100	257	74,9	69,4	69
101	259¼	78,2	72,5	71,7
102	261½	81	75,6	74,2
103	263¾	83,9	78,1	76,8
104	266	85,6	81	80
105	268¼	89,8	83,8	83
106	270½	91,4	88	86,6
107	272¾	94,6	91,6	90,5
108	275	96,9	95,3	94,4
109	277¼	99	99,9	99,9
110	279½	101,5	104,3	
111	281¾		108	
112	284		113,1	
113	286¼		117,1†	
114	288½		121,3†	

Noch verdient folgender Verfuch Rouppe's, t dafs er fich mit den vorigen an Genauigkeit leichen liefse, fondern, weil er ohne grofse e nachzuahmen ift, erwähnt zu werden. Statt Deckels des Dampfcylinders wurde ein anderer einer eingekitteten gläfernen Röhre, (Fig. 7,) efchraubt, die anfangs fenkrecht, dann unter m Winkel von etwa 30° anftieg, in Geftalt ei- V auslief, und am Ende zugefchmolzen war. em zugefchmolznen Schenkel befand fich eine oll lange Säule atmofphärifcher Luft; in dem ern Schenkel etwas Baumöhl. Auf diefes drück- er im Topfe des Dampfmeffers fich entwickeln- Vafferdampf, und comprimirte die Luft immer ker, je mehr feine Expanfivkraft zunahm. Der ometerftand war 29,8 rheinl. Zoll, und Folgen- die Länge der Luftfäule, bei wachfender Wärme.

Wärme. Fahrh.	Rheinl. Zoll.	Wärme.	Rheinl. Zoll.
212	6	248	2,9
215	5,8	250	2,8
218	5,5	252	2,7
220	5,2	254	2,6
225	4,8	256	2,5
230	4,2	258	2,4
235	3,8	260	2,3
240	3,4	263	2,2
245	3,1	266	2,1
246	3	268	2
		270½	1,9

II.

BESCHREIBUNG

einiger Versuche über das quantitative Verhältniss, worin Volta's Säule das Oxygen- und Hydrogen-Gas aus dem Wasser darstellt,

von

P. L. Simon,

Prof. d. Phys. an der Bauakad. zu Berlin.

Die Erscheinungen, welche das Wasser in den geschlossnen Ketten Voltaischer Säulen darbietet, sind bis jetzt noch nicht erklärt. Alles, was man darüber geäusert hat, stützt sich bloss auf Muthmassung, und die hierüber aufgestellten Theorien sind bis jetzt weder evident bewiesen, noch mit gegründeten Thatsachen unterstützt worden. Das Wasser wird *zersetzt* in seine durch mehrere Versuche angenommne Bestandtheile, in Oxygen und Hydrogen; ist die eine Meinung. Das Wasser ist *einfach*, und wird durch die Einwirkung der entgegengesetzten Pole einer Voltaischen Säule in Oxygen und Hydrogen verändert; ist die andere Hypothese. Die *erstere* Meinung hat das in Gasgestalt wirklich dargestellte Hydrogen und Oxygen als eine unumstössliche Thatsache für sich; und die Annahme, dass diese Stoffe durch Zersetzung erhalten werden, gründet sich auf die bekannten frühern Versuche über die

Analyse und Synthese des Wassers. Als Einwurf dagegen läfst sich, wie bekannt, die Frage aufwerfen: Warum liefert jeder der beiden Enddrähte der Säule nur Einen Bestandtheil des Wassers, in zwei ganz verschiednen, getrennten, und oft sehr weit von einander liegenden Schichten dieser Flüssigkeit? Alles, was man hierüber gesagt hat, sind nur Worte, ist blofs Hypothese, und läfst sich noch nicht auf sinnlich zu erweisende Thatsachen zurückführen. Die *andere* Meinung hat ebenfalls das erzeugte Hydrogen und Oxygen als Facta für sich. Aber ihr Argument, die Einfachheit des Wassers, gründet sich auf keinen der anerkannten Versuche, welche das Oxygen und Hydrogen aus dem Wasser zu erhalten, und aus diesen beiden Stoffen wieder Wasser zu bilden lehren; auch mufs sie noch Auskunft über das geben, wodurch in Volta's Säule das Wasser in diese beiden Gasarten verändert wird. Was bis jetzt hierüber geäufsert wurde, ist nicht minder, wie die Gründe der erstern Meinung, nur Hypothese, und läfst sich noch weniger unumschränkt behaupten. — In beiden Hypothesen bleibt auch noch die Frage zu beantworten, wodurch dem dargestellten Oxygen und Hydrogen der Wärmestoff zugeführt wird, der diese beiden ponderabeln Basen zu Gasarten constituirt.

Es ist gleichgültig, welche von beiden Theorien den Sieg davon trage, (wie ich dieses schon bei einer andern Gelegenheit erwähnt habe,) wird dadurch nur der Fortgang der Wissenschaft befördert. Auf je-

den Fall bedürfen wir, um die vorgetragnen Hypothesen zu prüfen, detaillirter und bestimmter Erfahrungen über das Verhalten des Wassers in der Voltaischen Säule. Wir wissen nur, daſs die eine Seite der Säule im Gasapparate Wasserstoffgas, die andere Sauerstoffgas, liefert. Das Verhältniſs, in welchem diese beiden Gasarten erscheinen, ist noch nicht bestimmt angegeben; vielmehr sind die Resultate, welche uns mehrere Beobachter darüber mitgetheilt haben, noch sehr getheilt, wahrscheinlich, weil die Bestimmung des quantitativen Verhältnisses der dargestellten Gasarten, bei den, übrigens an interessanten Resultaten so reichen chemischen Beobachtungen mittelst Volta's Säule, vor der Hand Nebensache bleiben muſste. Noch hat, meines Wissens, niemand einen comparativen Versuch zwischen der erzeugten Menge von Gas und dem dazu verbrauchten Wasser angestellt, bei welchem mit aller Strenge untersucht worden wäre, wie sich das Gewicht der erhaltnen Gasart zu dem verminderten Gewichte des galvanisirten Wassers verhält; ob das Verhältniſs der Gewichte des erhaltnen Oxygens und Hydrogens das bis jetzt angenommene von 85 : 15, oder ein anderes ist; und ob die Zunahme am Gewichte der sich immerfort entwickelnden Gasarten, mit der Abnahme am Gewichte des Wassers gleichen Schritt hält, und in gleichen Zeiten vollkommen übereinstimmt, oder nicht.

Seit mehrern Monaten habe ich mich mit Versuchen dieser Art beschäftigt, und ich bin jetzt mit

ihnen so weit gekommen, daſs ich das Reſultat meiner geſammelten Beobachtungen mittheilen kann. Gern geſtehe ich, daſs noch nicht alles geſchehn iſt, was nöthig wäre, um dieſen Gegenſtand zu erſchöpfen, und daſs allerdings ein noch genauerer Verſuch, als die, welche ich hier beſchreiben werde, zu wünſchen bleibt; allein es iſt mir bis jetzt noch nicht geglückt, einen Apparat zu erdenken, der ſich vollkommen dazu eignete. Doch hiervon weiter unten ein Mehreres.

Verſuch 1. Folgender Verſuch iſt nicht die Arbeit eines oder einiger Tage. Er erforderte mehrere Wochen, um befriedigende Reſultate zu liefern, und binnen dieſer Zeit fortdauernde Aufmerkſamkeit, um nicht durch Zufälligkeiten hintergangen zu werden. Er war aber nothwendig, und fehlte noch ganz. Dieſes beſtimmte mich vorzüglich, ihn anzuſtellen, und nicht eher davon abzugehn, bis ich hinlängliche Ueberzeugung von dem, was ich ſah, erhalten hatte.

Ich hatte in eine Röhre, wie ſie Fig. 1, Taf. V, darſtellt, unten in *A* einen Platindraht eingeſchmolzen, und ihn zu mehrerer Sicherheit durch ein Paar Körnchen Siegellack im Innern der Röhre verkittet. Die Röhre wurde mit reinem, zweimahl deſtillirtem und friſchgekochtem Waſſer gefüllt, und hierauf oben in *B* mit einem recht guten Korke geſchloſſen, in welchen der zweite Platindraht und das Entbindungsrohr *C* befeſtigt waren. Um die Verdünſtung des Waſſers während der ganzen Dauer

des Verſuchs möglichſt zu hemmen, hatte ich das Entbindungsrohr aus einer der engſten Thermometerröhren verfertigt, und damit nicht beim Uebergehn der Gasarten Waſſer mit fortgeführt würde, ſtand das Waſſer in der Röhre nur bis auf 2 Linien unter dem Korke *B*, ſo daſs es das Entbindungsrohr nicht erreichen konnte. *) Auſserhalb war der Kork, beſonders an den Fugen, mit heiſsem Waſſer vollkommen luftdicht gemacht worden, wovon ich mich dadurch überzeugte, daſs, als ich den Apparat mit der Oeffnung des Entbindungsrohrs unter Waſſer brachte, binnen 4 Stunden weder durch die Attraction im haarförmigen Rohre, noch durch den Druck des Waſſers, Waſſer hineindrang. Darauf brachte ich, am 9ten Auguſt, das andere Ende der Entbindungsröhre in eine Schale mit Queckſilber, und ſtürzte darüber eine lange gläſerne Glocke, mit friſch darin aufgekochtem Waſſer gefüllt, um das Gemiſch der ſich entbindenden Gasarten aufzufangen. **) Zuvor war die Röhre mit dem Waſſer

*) Daſs bei dieſer Einrichtung ein Rückſtand von atmoſphäriſcher Luſt im Apparate blieb, iſt allerdings eine Unvollkommenheit in dem Verſuche; die Folge wird aber zeigen, daſs dieſer geringe Rückſtand, im Vergleiche mit dem geſammelten Gas, als ein unbedeutendes Differenzial, nicht in Betracht kommen kann. *S.*

**) Ich gebe dieſer Methode, Röhren voll friſch darin aufgekochtem Waſſer über Queckſilber geſtellt, zum Auffangen der Gasarten zu brauchen,

genau gewogen worden; ihr Gewicht betrug $180\frac{2}{10}$ fr. Grän. Um zwei Verſuche dieſer Art zu gleicher Zeit verfolgen, und in ihrem Gange vergleichen zu können, wurde noch ein zweiter, dem vorigen in allem gleicher Apparat vorgerichtet. Er wog mit dem Waſſer $171\frac{1}{10}$ fr. Grän. Jeden dieſer beiden Apparate ſetzte ich einzeln mit einer Säule von 50 Schichtungen Zink, mit Salzwaſſer genetztem Tuche, und Kupfer, in Verbindung, und vertauſchte dieſe Säulen, ſobald ihre Wirkung nachließs, mit friſchgeſchichteten Säulen. Dies geſchah während des Laufs des Verſuchs in beiden alle 3 oder 4 Tage.

Ich hatte mir vorgenommen, die Gewichtsveränderungen des Waſſers im Apparate alle 3 Tage zu unterſuchen; da es ſich aber faſt immer zutrug, daſs in dieſer Zeit die Veränderungen nicht genau durch Zehntel von Gränen gemeſſen werden konnten, und ich nicht gern kleinere Gewichte zur Beſtimmung anwenden wollte, ſo wurde das Gewicht der Röhre immer nur dann angemerkt, wenn es ſich durch Zehntel eines Gräns genau beſtimmen lieſs, und ſo wog ich öfters alle Tage. Die Reſultate dieſes Abwägens waren folgende:

bei genauen Verſuchen den Vorzug, weil Röhren, die ganz mit Queckſilber gefüllt werden, wenn das Queckſilber nicht auch darin gekocht, oder doch heiſs eingefüllt wird, immer viel fremde Luft zurückbehalten, von der man ſie nur mit vieler Mühe unvollkommen reinigt. *S.*

Der *erſte Apparat* hatte in ſeinem Gewichte abgenommen,

Vom 9ten bis zum 12ten Auguſt, um		0,2 fr. Grän
Vom 12ten	18ten	0,3
Vom 18ten	22ſten	0,2
Vom 22ſten	25ſten	0,3
Vom 25ſten	29ſten	0,4
Vom 29ſten	31ſten	0,2
Vom 31ſten Aug. bis 4ten September		0,3
Vom 4ten	8ten	0,3
Alſo betrug die Gewichtsverminderung vom 9ten Aug. bis zum 8ten Sept., d. i. in 4 Wochen und 3 Tagen,		2,2 fr. Grän

Im *zweiten Apparate* war die Abnahme des Gewichts, wie folgt:

Vom 9ten bis zum 13ten Auguſt		0,2 fr. Grän.
Vom 13ten	17ten	0,4
Vom 17ten	19ten	0,1
Vom 19ten	20ſten	0,1
Vom 20ſten	23ſten	0,2
Vom 23ſten	27ſten	0,3
Vom 27ſten	30ſten	0,1
Vom 30ſten Aug. bis 4ten September		0,2
Vom 4ten	9ten	0,3
Alſo im ganzen Verlaufe von 4 Wochen und 4 Tagen		1,9 fr. Grän

Ich ſchritt nunmehr zur Meſſung des erhaltnen Gasgemiſches, um aus dem Volumen, das Gewicht deſſelben berechnen zu können. Dieſes Meſſen geſchah bei einer Temperatur von 12° Reaumür.

Der

Der *erste Apparat* hatte 9,22 } pariser Kubikzoll
Der *zweite Apparat* 7,91 } Gas geliefert. *)

Nach Lavoisier wiegen bei einer Temperatur von 10° R. und einem Barometerstande von 28 par. Zoll, der pariser Kubikzoll Sauerstoffgas 0,5069, und der Kubikzoll Wasserstoffgas 0,0539 fr. Grän, und die Bases dieser Gasarten sind, dem Gewichte nach, im Verhältnisse von 85 : 15 im Wasser enthalten. Dieses angenommen, ergiebt sich das Verhältniss der Voluminum, unter welchen sie sich mit einander im Wasser befinden, wie $\frac{85}{0,5069} : \frac{15}{0,0539}$ = 167,69 : 423,87 = 1 : 2,527. Hieraus folgt, dass 100 Grän des Gasgemisches bei dem angegebnen Thermometer- und Barometerstande, einen Raum von 591,56 par. Kubikzoll einnehmen, und dass umgekehrt das Gewicht eines par. Kubikzolles der Gasmischung 0,1689 franz. Grän, bei 10° R. Wärme und 28″ Barometerstand beträgt.

Das Gasgemenge, welches sich im ersten Apparate entwickelt hatte, konnte aus diesen Gründen am Gewichte nur 9,22 : 0,1689, d. i. höchstens 1,56 fr. Grän betragen; da aber das Wasser 2,2 fr. Grän am Gewichte verloren hatte, so waren 0,64 Grän

*) Um die Reduction zu vermeiden, wurde die Luft in Gefäsen gemessen, die durch Abwägen in Hunderttheile des pariser Duodecimal-Kubikzolles getheilt sind. *S.*

Waſſer mehr verſchwunden, als die erhaltne Gasmenge wog.

Die 7,91 Kubikzoll Gas des zweiten Apparats betragen eben ſo am Gewichte 1,33, dagegen der Gewichtsverluſt des Waſſers 1,9 fr. Grän, daher auch hier letzteres 0,57 Grän mehr verloren hatte, als das Gasgemiſch wog.

Bei der Unterſuchung fand ſich das Gemiſch beider Gasarten ſehr rein; denn in einem kleinen Voltaiſchen Eudiometer über Queckſilber durch den electriſchen Funken entzündet, verbrannte es ohne Rückſtand, und erzeugte Waſſerdampf.

Woher nun aber die Abweichung in Rückſicht des Gewichts? — Ich hatte dieſe Abweichung nicht erwartet, ſondern während des ganzen Verſuchs ſtets geglaubt, der Uebereinſtimmung ſehr nahe zu kommen. Daſs dieſe Uebereinſtimmung beim Vergleiche des Ganzen ausblieb, dafür konnte ich keinen andern Grund finden, als, daſs wahrſcheinlich Waſſer an die entweichende Gasart gebunden und mit ihr herüber geleitet worden, oder daſs, ungeachtet des äuſserſt engen Entbindungsrohrs, doch Waſſer verdünſtet ſey, wiewohl im Innern des Rohrs keine Spur von Waſſer zu bemerken war. Die erſte Urſache hätte ich freilich vorherſehn können, wenn man anders immer an alles dächte, woran man denken ſollte. Mich gereuete bei dieſen Verſuchen indeſs nur die verloren gegangne Zeit, und ich beſchloſs, ſie ſogleich unter Umſtänden zu wiederhohlen, die mich gegen jene ſtörende Verdün-

ſtung hinreichend ſichern könnten. Folgender Apparat entſprach meiner Erwartung völlig, und belohnte die viele Mühe, welche ich auf Einleitung und Verfolgung dieſer Verſuche wendete, hinlänglich durch die Vollſtändigkeit der Reſultate, welche er mir lieferte.

Verſuch 2. Ich nahm eine Röhre *AB*, Fig. 2, in welche unten in *A* ein Platindraht eingeſchmolzen und verkittet war, füllte ſie mit friſchgekochtem deſtillirten Waſſer, und kittete oben in *B* die Communicationsröhre *C*, nebſt dem zweiten Platindrahte, gleichfalls luftdicht ein. Das andere Ende der Communicationsröhre *C* war auf gleiche Art mit einer zweiten Röhre *DE* verkittet. In dieſe Röhre wurde von *D* bis *F* reines Queckſilber gegoſſen; der Raum darüber von *E* bis *F* mit friſch geſchmolznem und gepülvertem ſalzſauren Kalke gefüllt, und hierauf in *E* eine zweite Communicationsröhre eingekittet, die in die kleine unten zugeſchmolzne Röhre *GH*, welche wieder mit reinem Queckſilber gefüllt war, bis nahe an den Boden derſelben herab ging. Aus dem obern Theile dieſer Röhre *H* ging endlich das letzte Entbindungsrohr *F* in eine Schale mit Queckſilber unter eine darüber geſtellte Glocke, die, wie im vorigen Verſuche, mit friſch darin aufgekochtem Waſſer gefüllt war. Bei dieſem Apparate, den Fig. 2 in ſeiner wahren Gröſse vorſtellt, waren alle Korkſtöpſel vermieden, alle Fugen mit aufgeſchmolznem Siegellacke geſichert, und alle Communicationsröhren aus haarförmigen Thermo-

meterröhren gebildet. Der salzsaure Kalk war bestimmt, die Gasart von aller anhängenden Feuchtigkeit möglichst zu befreien, und das Quecksilber sollte verhindern, dass der salzsaure Kalk nicht bei zu grosser Nähe des Wassers in der ersten und letzten Röhre, auf irgend eine Art, durch seinen grossen Hang Feuchtigkeit anzuziehn, nachtheilige Veränderungen erlitte, die das Resultat des Versuchs zweideutig gemacht haben würden. Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass alle Theile vollkommen luftdicht schlossen, wurde am 12ten September der Apparat gewogen, und mit einer Voltaischen Säule von 50 Schichtungen, wie bei den ersten Versuchen, in Verbindung gesetzt. Die Gewichtsveränderung desselben bestimmte ich von 8 zu 8 Tagen, *) und erhielt die Säule unausgesetzt in voller Wirksamkeit, indem ich sie, so wie sie anfing schwächer zu werden, sogleich mit frisch geschichteten Säulen vertauschte. **) Der Apparat wog am 12ten Sep-

*) Bei dieser Bestimmung der Gewichtsabnahme gilt indess dasselbe, was S. 287 bemerkt worden ist. *S.*

**) Nachher habe ich gefunden, dass die Wirksamkeit nur nachlässt, weil die Tuchscheiben austrocknen, weshalb, um die geschwächte Wirksamkeit wieder zu erwecken, weiter nichts nöthig ist, als Salzauflösung mittelst eines Stechhebers zwischen die Schichten zu tröpfeln. So wie die Tuchscheiben auf diese Art getränkt sind, stellt sich die Gasentwickelung sogleich wieder äusserst

tember 553,1 fr. Grän. Seine Gewichtsabnahme betrug:

vom 12ten bis zum	19ten September	0,6 fr. Grän
vom 19ten	26ſten	0,4
vom 26ſten	2ten October	0,5
vom 2ten	10ten	0,6
vom 10ten	17ten	0,4
vom 17ten	24ſten	0,3
vom 24ſten	4ten November	0,5
vom 4ten	16ten	0,7
vom 16ten	23ſten	0,6
Alſo in Zeit von 10 Wochen und 2 Tagen		4,6 fr. Grän.

Jetzt wurde zur Meſſung der aufgeſammelten Gasarten geſchritten. Sie betrug bei einer Temperatur von 12° Reaumur, die hierzu gewählt wurde, 27,54 pariſer Duodecimal-Kubikzoll. Das Gewicht dieſer Gasmenge muſste, (den Kubikzoll deſſelben, bei einer Temperatur von 10° R. zu 0,1689, und mithin bei 12° R. zu 0,1674 fr. Grän gerechnet, *)) 4,61 fr. Grän betragen, und dieſes

lebhaft ein. So habe ich, ohne das beſchwerliche Umſchichten, die Säulen in geheitzten Zimmern, wo ſie ſonſt in einem Tage unwirkſam wurden, 10 bis 14 Tage in Thätigkeit erhalten.

S.

*) Nach den Verſuchen des Hrn. Prof. Schmidt in Gieſsen dehnt ſich trockne atmoſphäriſche Luft für 1° der Reaum. Scale gleichförmig um 0,0044675 aus, (Gren's *neues Journal der Phyſik*, B. 4, S. 336,) und Sauerſtoffgas und Waſſerſtoff-

weicht nur um 0,01 Grän von der gefundnen Gewichtsabnahme des Waſſers ab; ein Unterſchied, der allein ſchon von der Meſſung der Gasart herrühren kann, die bekanntlich, wegen der concaven Fläche des Waſſers in der Röhre, immer nur eine Art von Approximation bleibt. Wer mit Verſuchen dieſer Art bekannt iſt, wird wiſſen, wie ſchwer es hält, dabei auf ein Hunderttheil eines Kubikzolles Gewiſsheit zu erlangen. Ich glaube daher, die Differenz von 0,01 Grän für unbedeutend halten, und *völlige Uebereinſtimmung der Gewichtsabnahme des Waſſers, mit dem Gewichte des erzeugten Gas*, als Reſultat des Verſuchs anſehn zu können. *)

Durch dieſes Reſultat wäre alſo dargethan, daſs die Wirkung der Voltaiſchen Säule uns das Oxygen und Hydrogen aus dem Waſſer in eben dem Verhältniſſe des Volums, wie 1 : 2,527, und des Gewichts wie 85 : 15 liefert, wie wir es lange vorher auf verſchiednen Wegen, *ohne Galvanismus?* dargeſtellt hatten. Daſs in dieſer Operation, bei der Behandlung des Waſſers mit glühender Kohle und mit Metallen, ſo etwas im Spiele iſt, was wir, der

gas nur um ein Unbedeutendes weniger, (eben daſ., S. 397;) und danach iſt die obige Beſtimmung berechnet. *d. H.*

*) Wahrſcheinlich war der Barometerſtand am Tage der Wägung unter 28″; und dann würde das Gas aus dieſem Grunde wirklich nicht volle 4,61 fr. Grän gewogen haben. *d. H.*

ivergenz der Electrometer zufolge, uns berech-
gt halten, für Electricität anzuerkennen, ist nicht
ı läugnen; ist eine, von den glaubwürdigsten Be-
bachtern bewährte, Thatsache. Noch ist aber das
ihere Verhalten dieser Erscheinungen nicht an-
geben, und noch nicht dargethan, ob sie ganz
zufällig sind, als man sie bisher gehalten hat,
ler ob sie nicht vielleicht, indem sich ihr feineres
iel unsern Sinnen entzieht, eine Hauptrolle spie-
n, die wir zu geneigt sind, andern gröbern mehr
nlich wahrzunehmenden Stoffen zuzuschreiben.
as wir dem glühenden Eisen, den glühenden Koh-
n bei der Darstellung des Hydrogens und Oxygens
s dem Wasser zuschreiben, ist vielleicht nur
lge einer schon frühern Wirkung, die uns mit
er Ursache entging: vielleicht verhalten sich die-
beiden Stoffe nur leidend, indem wir sie wirkend
nehmen; — vielleicht, dass die Voltaische Säule
s, bei ihrer Wirkung auf das Wasser, diese frü-
rn Wirkungen, welche uns bei den andern Ver-
chen dieser Art in ihrem Entstehen entgingen, dar-
llt. Doch genug der Muthmassungen; sie machen
r ein unnützes Haufwerk von Worten, hinter
lchem sich öfters der wahre Gehalt versteckt.
lche weitschweifige Vorträge über alles, was mög-
h seyn könnte, verhindern nur zu oft, dass man
chsucht, was wirklich ist; machen häufig un-
utlich, oder erzeugen Missverstand; und nutzen
der That so wenig, dass man mit Recht wünschen
ıss, sie aus allen physikalischen Schriften verbannt

zu sehn, Versuchen, beobachten, beschreiben, und die gesammelten Resultate einer strengen Beurtheilung und Vergleichung unterwerfen, führt uns wahrlich weiter, als das Bemühen, alles erklären zu wollen.

Im Verfolge dieser Versuche hatte ich zwar auch einen Apparat, wie den zuerst beschriebnen, der, statt der Platindrähte, Golddrähte führte, der Wirkung einer Voltaischen Säule von 50 Schichtungen ausgesetzt; allein, da auch hier das Resultat, wie in Versuch 1, unzuverläſſig werden muſste, so wartete ich das Ende nicht ab. Ich werde aber jetzt diesen Versuch in dem verbesserten Apparate, Fig. 2, mit Golddrähten, Silberdrähten und andern Metalldrähten wiederhohlen, um die Verhältnisse der Gewichtsveränderungen zu beobachten, die bei der Bildung des Goldpurpurs mittelst Golddrahts, bei der Säure- und der Laugensalz-Bildung mittelst Silberdrähte, und bei der Bildung vom Oxyd bei Kupfer-, Eisen- und andern Drähten statt findet.

Noch hätte ich gern einen ähnlichen Versuch, wie Versuch 2, mit einer doppelt-schenkligen Röhre angestellt, deren beide Schenkel mit Apparaten, wie Fig. 2, communiciren sollten, um die Gasarten aus dem galvanisirten Wasser abgesondert aufzufangen. Dieses wäre auch leicht gewesen. Meine Absicht erforderte aber zugleich, das Wasser in jedem Schenkel nach geendigtem Versuche besonders zu wiegen, um die Gewichtsveränderung des-

felben mit dem Gewichte der aus jedem Schenkel erhaltnen Gasart vergleichen zu können; und bis jetzt ift es mir noch nicht möglich gewefen, ein Mittel zu finden, durch welches ich während des ganzen Verfuchs das Waffer in beiden Schenkeln hätte hinlänglich von einander getrennt halten können, ohne dadurch zugleich die Schliefsung der Kette aufzuheben. Ich habe verfucht, diefes durch eine Korkfcheibe zu bewerkftelligen: allein ohne Erfolg. Denn, fchliefst der Kork luftdicht, fo, dafs auch felbft in der längften Zeit das Waffer von einer Seite nicht durch vermehrten Druck zu dem Waffer des andern Schenkels gelangen kann, fo ift es nicht möglich, Gasentwickelung zu erhalten; und fchliefst der Kork unvollkommen, fo nutzt er zu meiner Abficht nichts. Aber felbft, wenn, indem er vollkommen fchlöffe, Gasentwickelung ftatt fände, fehlt es doch immer noch an einem fichern Mittel, das Waffer aus beiden Schenkeln beim Wiegen zu Ende des Verfuchs, abgefondert zu erhalten. Vielleicht verhilft mir ein Zufall dazu, diefe Schwierigkeiten zu befiegen, die ich bis jetzt durch Nachdenken nicht wegräumen konnte.

Verfuch 3. Um den Erfolg zu fehn, *wenn Waffer in einer hermetifch verfchlofsnen Röhre galvanifirt würde,* liefs ich in das untere Ende einer Glasröhre, wie Fig. 3, einen Platindraht einfchmelzen, die Röhre mit Waffer füllen, und in die obere ausgezogne Spitze derfelben ebenfalls einen Platindraht einfchmelzen, und aufserhalb noch mit fliefsendem

Siegellacke verkitten. In der Röhre blieb nur ſo viel Luft, als es des Zuſchmelzens wegen unumgänglich nöthig war. Hierauf wurde die Röhre in umgekehrter Lage aufgehängt, ſo daſs die zurückgebliebne Luft in das vorhin untere Ende trat, und dann die Kette geſchloſſen. Die Gasentwickelung fand ſtatt, es ſammelte ſich Gas im obern Theile der Röhre, die untere Luftblaſe wurde beträchtlich comprimirt, und zuletzt hörte die Wirkung der beſtwirkenden Säule auf. *)

*) Hrn. Hofrath Voigt, (ſ. deſſen *Neueſtes Magazin* u. ſ. w., B. 2, S. 555,) glückte dieſes nicht mit einer Glasröhre, in die an beiden Seiten ſtarke Meſſingkappen mit Mutterſchrauben eingekittet waren, in welche er Schraubenſpindeln mit Dräh-ten, auf dazwiſchen gelegte Lederſcheiben möglichſt feſt eingeſchraubt hatte. Immer trieb endlich die ſich entbindende Luft das Waſſer in höchſt feinen Tröpfchen durch den Siegellackkitt oder die Lederſcheibe, und die Gasentbindung dauerte faſt ungeſchwächt fort. Als er die eine Schraubenſpindel mit Vorſicht aufſchraubte, dehnte ſich die Gasblaſe, die zuvor $9\frac{1}{2}$ Linie der gut calibrirten, 9 Zoll langen und inwendig $1\frac{1}{2}$ Linien weiten Glasröhre eingenommen hatte, bis auf 6 Zoll 10 Linien auf, woraus Herr Voigt ſchlieſst, ſie ſey zuvor unter einem 8,63fachen Luftdrucke geweſen, und die Gasbildung durch dieſen auſserordentlichen Druck noch nicht gehemmt worden. Leicht lieſse ſich dieſer Verſuch mit Herrn Simon's Vorrichtung wiederhohlen und berichtigen, würde mit ihr noch eine ſchmale eingetheilte

Versuch 4. Ich führte oben an, daſs es bis jetzt auch noch an Beobachtungen fehle, woher den beiden dargeſtellten Baſen, dem Oxygen und Hydrogen, der Wärmeſtoff zugeführt werde, der ſie zur expanſibeln Flüſſigkeit macht. Um mich hierüber zu belehren, ſtellte ich den folgenden Verſuch an.

Eine gewöhnliche mit zwei Korken verſchloſsne Glasröhre, (Fig. 4,) wurde in beiden mit Platindrähten und zugleich im obern Korke mit einem kleinen äuſserſt empfindlichen Luftthermometer verſehn. Beide Drähte waren mit ihren Enden ſo gebogen, daſs ſie an der Kugel anlagen, und daſs alſo die Bildung der Gasarten unmittelbar am Glaſe der Thermometerkugel ſtatt finden muſste; weſshalb, wenn bei der Bereitung des Oxygen- oder Hydrogengas, durch die Wirkung der Drähte, der Wärmeſtoff aus dem umgebenden Mittel herbeigeriſſen worden wäre, ein ſo empfindliches Luftthermometer nothwendig hätte fallen müſſen. Dieſer Apparat wurde mit einer Voltaiſchen Säule von 100 Schichtungen in Verbindung geſetzt. Man war aber nicht im Stande, die geringſte Veränderung am Thermometerſtande zu bemerken, ungeachtet die Gasentwickelung ſo lebhaft vor ſich ging, daſs in jeder Minute 6 Kubiklinien Gas gebildet wurden, wie ich mich durch mein Galvanoſkop überzeugte.

Röhre verbunden, in der ſich atmoſphäriſche Luft gleich zu Anfang des Verſuchs befände. *d. H.*

Die Voltaische Säule stellt also hier die beiden Gasarten aus dem Wasser, ohne die Temperatur dieser Flüssigkeit zu verändern, dar. Ausserhalb der Säule können wir dieses nur bei hoher Temperatur bewerkstelligen, und das Oxygen hat noch niemand, ohne Einwirkung der Voltaischen Säule, aus dem Wasser unmittelbar in Gasgestalt bereitet. Ich habe schon mehrere Wahrnehmungen gesammelt, welche mir für die Meinung zu sprechen scheinen, dass die Voltaische Säule sehr geeignet ist, mehrere Stoffe in einen solchen Zustand zu versetzen, wo wir einen vorzüglichen Antheil gebundnen Wärmestoffs in ihnen annehmen. Sobald ich diese einzelnen Beobachtungen durch wiederhohlte Versuche bestätigt finde und sie mehr zu einem Ganzen vereinigen kann, werde ich sie bekannt machen.

III.

VERSUCHE,

um die eigentliche Grundkette der Voltaischen Säule auszumitteln,

vom

Dr. J. C. L. Reinhold

in Leipzig.

Leipzig den 21sten Oct. 1801.

Sie erhalten hier einige meiner Ideen und Versuche über den sogenannten Galvanismus, durch welche ich die Entscheidung der Frage beabsichtige, *welches die eigentliche Grundkette, die Einheit ist, deren Vielfaches die wirksame galvanische Batterie bildet.* *) Da die Pole der Batterie denen der einfachen Ket-

*) Die Ausdrücke: *wirksame* und *unwirksame* Kette, stehn in unmittelbarer Beziehung auf den jedesmahligen Stand der Wissenschaft, und sind daher nur relativ zu nehmen. Eine galvanische Kette, sie wirke einfach, oder vielfach in Form der Batterie, kann nur in sofern *unwirksam* genannt werden, als die bis jetzt bekannten Reagentien für Galvanismus uns keine Spur einer Action in ihr bemerkbar machen, und die neuern physikalischen Entdeckungen lassen uns ahnden, dass vielleicht nur der Mangel an Reagentien für den kleinsten Grad galvanischer Action es ist, was uns zwingt, so viele Ketten unter die Zahl der unwirksamen zu bringen. *R.*

te gleichen müſſen, ſo werden ſie durch Auflöſung dieſer Frage zugleich beſtimmt; und da hierüber eine Zeit lang einiger Zweifel zu ſchweben ſchien,*) ſo hielt ich es für Pflicht, Ihnen dieſe meine Verſuche und die Ideen, die ſich darauf gründen, für die Annalen der Phyſik mitzutheilen. Zuvor ſey es mir erlaubt, um den Vortrag nicht zu unterbrechen und um Wiederhohlungen zu vermeiden, einiges über meinen Apparat und die Art, die Batterie zu errichten, vorauszuſchicken.

Das quadratförmige Geſtell von zollſtarkem, gedörrtem und mit Lack überzognem Holze, ruht auf 4 Glasfüſsen, und trägt drei, in ein gleichſeitiges Dreieck geſtellte cylindriſche Hülſen von Meſſing, die durch Mutterſchrauben unter dem Brette angezogen und feſt geſchraubt werden. Dieſe äuſserlich und innerlich mit einem iſolirenden Lacke bekleideten Meſſinghülſen ſind zur Aufnahme dreier $1\frac{1}{2}$ Fuſs hoher Glasröhren beſtimmt, welche, ſo weit ſie in ihnen ſtehen, mit Siegellack überzogen ſind, das oberhalb in einen horizontalen etwas breiten Ring ausgedehnt iſt, der den obern Rand der Hülſen bedeckt. Die Glasröhren ſelbſt paſſen genau in die Hülſen, doch ſo, daſs ſie ſich ohne zu groſsen Widerſtand in ihnen herumdrehen, und ſollten ſie beim Aufbauen der Batterie an einer Seite feucht geworden ſeyn, ſich wieder reinigen laſſen. Zwiſchen

*) *Annalen*, B. 8, S. 138 f., 164 f., 198, 216 f. Voigt's *Mag. f. d. n. Z. d. N.*, B. 3, S. 339. *R.*

ihnen errichte ich die Batterie, *entweder* auf einer trocknen Glastafel, welche auf einem lackirten hölzernen, zwei Zoll hohen Klötzchen ruht, das genau zwischen die Hülsen paſst; *oder* über einer der groſsen gleich zu beschreibenden Endplatten.

Diese Endplatten sind Segmente eines Kreises von 4 Zoll Durchmesser, an deren Sehne, statt des fehlenden Abschnittes von 60°, ein elliptischer Fortsatz sich anschlieſst, so daſs ihre gröſste Länge 6, ihre gröſste Breite 4 par. Zoll beträgt. Mittelst dreier weiter Löcher in ihrem kreisförmigen Theile läſst sich eine solche Scheibe an den Glassäulen herabschieben, bis sie auf der Siegellackdecke der Hülsen ruht, weſshalb sie keiner weitern Unterlage bedarf. An dem Ende des elliptischen Ansatzes sind einige kleinere Löcher eingebohrt, um in sie Drähte, Ketten u. dergl. einhängen zu können. Eine ähnliche Endplatte schlieſst das obere Ende der Säule an dem andern Pole. Sie sind von Kupfer, und dienen, theils, die Wirkung der Säule zu verstärken,*) theils dem Ganzen mehr Festigkeit zu geben, welches bei unruhigen Kranken unentbehrlich ist. Bediene ich mich der Glasplatte als Unterlage, so schlieſse

*) Mehrere dieser Platten gleichförmig durch die Batterie vertheilt, vermehren die Stärke derselben bei weitem nicht in demselben Verhältnisse, als es die an den Polen angebrachten thun; wohl aber giebt eine solche Säule gröſsere Funken. *R.*

ich an beiden Polen mit Platten, die von denen der Batterie nur wenig verſchieden, und zum Einhängen der Ketten mit Haken verſehen ſind, und ſchiebe über die oberſte Platte ein viereck tes mit 3 Löchern verſehnes Brettchen, in deſſen Mitte drei kleine, 1 Zoll hohe Glasröhren befeſtigt ſind, mit denen es auf der obern Endplatte ſteht. Aufgelegte Stückchen Metall drücken dieſes Brettchen etwas an; welches indeſs überflüſſig wird, wenn ich mich, wie jetzt immer, der groſsen kupfernen Endplatten bediene.

Die Säule ſelbſt beſteht aus Metallplatten von der Gröſse eines preuſsiſchen Thalers, *) und aus Scheiben, welche aus dünner weiſser Kartenpappe geſchnitten ſind **) und den Raum zwiſchen den Säulen ziemlich genau ausfüllen. Beide Seiten derſelben werden, ſo weit ſie auf den Metallen aufliegen, mittelſt eines Pinſels mit der anzuwendenden Feuchtigkeit genetzt, und ſtehen mit einem dreiviertel Zoll breiten trocknen Rande, über die Metall-

*) Ich brauchte bisher Platten von *Silber*, (abgeführte halbe Laubthaler,) *Kupfer*, (aus Kupferſtecherplatten geſchnitten,) *Meſſing*, *Zinn*, *Blei*, *Eiſen*, *Schriftgieſsermetall* und *Zink*, in ſehr verſchiednen Combinationen. *R.*

**) Ich ziehe die Pappe dem Tuche und Leder vor, weil naſs auch ſie gut leitet, und da ſie ſteifer iſt, die Feſtigkeit des Apparats befördert. Auch kann man dieſe dünnere Pappe länger als die gewöhnliche ſtarke brauchen. *R.*

tallplatten hervor. Hierdurch gewinnt die Säule an Festigkeit, und das Nasswerden der Glasröhre wird vermieden. Die Batterie selbst errichte ich auf die von Ritter angegebene, jeder Forderung allein genügende Weise.*) Ihr Schema ist $SH + x (SZH) + Z$, wenn S Silber, Z Zink, (oder zwei beliebige in ähnlichem Oxydations-Verhältnisse stehende Metalle,) H aber den feuchten Leiter, (Humidum,) bedeutet.**) Nie aber lasse ich eine nur einigermaßen starke Batterie aus einer einzigen, die gesammten Plattenpaare fassenden Säule bestehen. Sie wird hierdurch zu hoch; ist ihrer Höhe und Schwere wegen nur mit Schwierigkeit von einem Orte zum andern zu bringen; die Last der obern Platten drückt zu stark auf die tiefer geleg-

*) Voigt's *Magazin*, B. 2, S. 357 folg. *R.*

**) Schließt man durch feuchte Körper, z. B. nasse Finger, Zunge u. s. w., so können das S und Z an den Polen jedes beliebige Metall seyn. Vereinigt man aber beide Pole durch Metalle, so sollte eigentlich, wenn unten S liegt, auch oben S, und das schließende Metall selbst S seyn, weil sonst durch diese Schließung die volle Wirkung der Batterie um die Action von einem $HSZH$ geschwächt wird, das dann durch die Endplatten S und Z in entgegengesetzter Lage mit den übrigen Ketten der Säule gebildet wird. Ich erwähne dieses, um mich zu rechtfertigen, wenn ich statt des schließenden Z eine Endplatte von Kupfer nehme. *R.*

nen Pappen; und ihr Gebrauch ist, da die Pole sich in vertikaler Linie befinden, bei den meisten Versuchen mit mehrern Unbequemlichkeiten verknüpft. Ich theile sie daher in zwei gleiche Schenkel, $SH + \frac{1}{2}x$ (SZH), und $Z + \frac{1}{2}x$ $(HZS.)$ Beide ruhen, jener mit S, dieser mit Z, auf ihren eignen Gestellen, um beliebig einander genähert, oder von einander entfernt werden zu können. Ein Stab von Zink oder Silber verbindet die obern Pole, und vereinigt dadurch beide Säulen zu *einer* Batterie, zu $SH + x$ $(SZH) + Z$, deren ungleichnamige Pole *) sich nun in horizontaler Linie befinden.

Dieses von meinem Apparate, **) in so fern ich es zur Erläuterung einiger weiter unten vorkommenden Stellen für nöthig hielt. Jetzt zu den *Versuchen* selbst.

Schon im Mai dieses Jahres, wo ich, um Versuche in Rücksicht der Polarität der Säule anzustel-

*) Eigentlich sollten wohl die jetzt sogenannten Pole *Endpole* heissen, da eigentlich jede Batterie doppelt so viele Pole als wirksame Ketten aufzuweisen hat. *R.*

**) Mit Freuden trage ich hier zu dem gebührenden Lobe der von Herrn Tauber, Inhaber des hiesigen physikalischen Magazins, verfertigten galvanischen Apparate mein Schärflein bei. Die von ihm erfundnen medicinisch-galvanischen Etuis sind vollständig, nett und bequem; ich empfehle sie jedem. *R.*

len, Batterien von 80 (*SHZ*) errichtet hatte, beobachtete ich, daſs an *S* Oxygen, an *Z* Hydrogen entbunden wurde. Da zu befürchten war, daſs man deshalb die Behauptung Volta's, die Kette beſtehe aus zwei heterogenen feſten Leitern, die einen feuchten Leiter einſchlieſsen, miſsverſtehn, und dieſem Miſsverſtändniſſe zufolge *SHZ*, auch in ungeſchloſsnem Zuſtande, für die Grundkette der Säule annehmen, und nach ihr die Pole beſtimmen werde; ſo nahm ich mir ſchon damahls vor, durch Verſuche zu zeigen, daſs der Contact heterogener Metalle, (welcher in *SHZ* fehlt, ſo lange man nicht durch Metall ſchlieſst,) es ſey, was eigentlich die galvaniſche Action begründe, und daſs daher die Wirkſamkeit der Batterie von dieſem Contacte ausgehen müſſe. *) Für mich war dieſes erwieſen, ſeitdem Fabroni, **) Aſh, ***) Humboldt ***) und Ritter *****) gezeigt hatten, wie ſehr dieſer Contact den Oxydations-Prozeſs erhöhe, und ſeit-

*) Daſs dieſes nicht allein von Metallen, ſondern von allen feſten, in gleichem Verhältniſſe ſtehenden Leitern gelte, verſteht ſich. *R.*

**) von Crell's *chemiſche Annalen*, 1795, S. 503. *Annalen der Phyſik*, B. 4, S. 428 folg. *R.*

***) von Humboldt *Verſ.*, B. 1, S. 472 folg. *R.*

****) Angef. Schrift, B. 1, S. 474 folg. *R.*

*****) *Annalen der Phyſik*, B. 2, S. 80 folg. — Ritter's *Beiträge*, B. 1, St. 2, S. 250 folg. *R.*

X 2

dem Volta *) und Cavallo **) den Einfluſs dieſes Contacts auf die electriſchen Erſcheinungen dargethan hatten. Dieſe letztern bewieſen durch Verſuche, daſs von zwei ſich berührenden heterogenen Metallen, das dem Sauerſtoffe näher verwandte, *poſitive*, das den Sauerſtoff weniger anziehende, *negative* Electricität erhalte; Beobachtungen, welche Ritter an den die Pole repräſentirenden Endplatten der von ihm errichteten Batterie unumſtöſslich bewies, ***) und hierdurch ſchon den Nicholſonſchen Polen ihre Rechte für immer ſicherte. Doch ich erfuhr bald, daſs dieſes alle andere, nicht ſo wie mich, zu überzeugen vermochte. Was ich fürchtete, geſchah; man räumte der Batterielage *SHZ* die Vorrechte der Grundkette ein, und glaubte an *S* den Oxygen-, an *Z*

*) In den Briefen an Vaſſali in Gren's *neuem Journal der Phyſik*, B. 2, S. 143, 167; und in dem zweiten Briefe an Gren in d. *n. Journal*, B. 4, S. 101 folg., 128 folg. *R.*

**) *Vollſt. Abhandl. d. Electricität, vierte Ausgabe*, 1797, B. 2, S. 346 folg. Cavallo's Verſuche ſind in der That merkwürdig. Er lieſs auf ein iſolirtes Metallſtück ein heterogenes Metall, das bald von gleicher, bald von erhöhter Temperatur war, aus der Hand herabfallen, und erhielt ſo, mittelſt des Duplicators, am Electrometer Spuren verſchiedner Electricitäten. *R.*

***) *Annalen der Phyſik*, B. 8, S. 209 folg., 386 folg. Voigt's *Magazin*, B. 2, S. 497 folg. *R.*

den Hydrogenpol gefunden zu haben. So war die Nothwendigkeit eingetreten, durch Verſuche zu beweiſen, was von Niemand eigentlich hätte bezweifelt werden ſollen; und ſo wurde denn hierdurch auch dieſer Aufſatz veranlaſst.

I.

Wenn galvaniſche Action mit dem Contacte heterogener Stoffe beginnt, ſo müſſen ſich auch in der ungeſchloſsnen Kette, worin dieſer Contact ſtatt findet, Spuren derſelben zeigen, und zwar auch durch *Modification des Oxydations-Prozeſſes*, da dieſer Prozeſs, den Beobachtungen zufolge, durch die galvaniſche Action ſo ſehr erhöhet wird. — Dieſe Ueberlegung veranlaſste mich, feſte und flüſſige Leiter in allen möglichen Combinationen über einander zu ſchichten. So ließs ich ſie 20 bis 24 Stunden ruhig in der Stube an einem, vor den Sonnenſtrahlen geſchützten Orte unter Glasglocken ſtehen. Die Reſultate, welche ich erhielt, waren folgende, wobei, wie oben, *S* Silber, *K* Kupfer, *Z* Zink, und *H* den feuchten Leiter bedeutet:

1. Als *H* ein Tropfen *deſtillirtes Waſſer* war: — *SH* gab kein, *KH* wenig, *ZH* ungleich mehr Oxyd. — Daſſelbe findet ſtatt bei *HSH*, *HKH*, *HZH*; Erſcheinungen, welche die Chemie ſchon längſt als entſchieden angenommen hatte.

2. *S*, *K* und *Z* waren Platten mit Haken, die an der Spitze abgerundet waren, und berührten ſich nirgends. Der Waſſertropfen befand ſich zwi-

schen den beiden Haken und berührte beide. — Um den Haken von *Z* findet sich eine beträchtliche Menge reines weiſs-grauen Oxyds in concentrischen Ringen; an *K* äuſserst wenig; an *S* nichts davon.

3 *SZH* und *KZH* gaben auf *Z*, wo es an *H* gelegen hatte, viel, dem in 2 gleiches Oxyd. *ZSH* lieferte keines; *ZKH* äuſserst wenig Oxyd.

4. *Pappe*, mit destillirtem Waſser getränkt, gab dieselben Resultate; nur daſs *H* jetzt mit *Z* so fest zusammenhing, daſs beide nur mit Gewalt getrennt werden konnten. *HZSH* gab bloſs an *Z*, da, wo es mit dem berührenden *H* zusammenhing, Oxyd.

Als H ein Tropfen gesättigter Kochsalz-Auflösung war, *) bemerkte ich:

5. auf *ZH* schon nach 2 Stunden so viel Oxyd, als ich auf *KH* erst nach 24 Stunden fand. Auf *SH* sah ich keins, wohl aber war das Kochsalz in regelmäſsigen Krystallen angeschoſsen. Das Oxyd auf *Z* war weiſsgrau, und aus parallelen Ringen zusammengesetzt; das auf *K* hatte eine blaugrüne Farbe und zeigte Salzkrystalle.

6. *SHZ* und *KHZ*, wo *S*, *K* und *Z*, wie in 2, Hakenplatten waren, lieſsen schon nach zwei Stunden vieles weiſsliches Oxyd an *Z* bemerken; an *S*, selbst nach 24 Stunden, äuſserst wenig; an *K* etwas mehr.

*) Zu diesen, so wie zu allen weiter unten erwähnten Auflösungen, wurde destillirtes Waſser genommen. *R.*

7. *SZH* und *KZH*. Schon nach 2 Stunden sehr bemerkbares, nach 20 Stunden vieles weißs-graues Oxyd auf *Z*. An Menge übertraf es bei weitem das in 3 vorhandne; auch war es in engere Kreise zusammengezogen und mit einem erhabenen Rande umschlossen. Krystalle sah ich nicht.

8. *ZSH*, *ZKH*. Jenes gab nach 20 Stunden eine höchst unbedeutende, dieses eine etwas größere, doch immer um vieles kleinere Oxydmenge, als sich auf *KZH* vorgefunden hatte. Auf *ZSH* wie *ZKH* hatte sich das Kochsalz krystallisirt; bemerkenswerth war es, daſs das Oxyd auf diesem eine apfelgrüne, das auf *KH*, (5,) eine blaugrüne Farbe hatte, da doch beide *K* von derselben Kupferplatte, so wie beide *H* von derselben Auflösung genommen waren, und bei beiden Versuchen völlig gleiche Umstände obwalteten.

Wenn *H kochsalznasse Pappe* war, erhielt ich bei gleicher Vorrichtung dieselben Resultate, wie in 5—8; nur daſs dann die Krystallisation des Salzes und der Farbenunterschied in den Oxyden weniger deutlich waren. Constant hing *H* an *Z*, nie, oder doch nur leise, an *S* oder *K* an.

9. *HSZH*, *HKZH*. Viel Oxyd auf der mit *H* im Contacte gewesenen Fläche von *Z*; beide fest zusammenhängend; an *S* sehr wenig, an *K* etwas mehr Oxyd; *K* mit seinem *H* nur leise zusammenhängend.

10. *SZHZ*, *KZHZ*. In beiden nach 22 Stunden, *ZHZ* wie zusammengekittet; doch hing *H*

mit dem *Z*, das auf *S* oder *K* gelegen hatte, inniger, als mit dem andern zuſammen, welches nur allein mit ihm im Contacte geweſen war; auch war jenes ſtärker oxydirt, als dieſes. *S* wie *K* zeigte keine Spur von Oxydation.

11. *ZSHS*, *ZKHK*. Beide *K* waren etwas oxydirt, und zwar, wie es ſchien, das obere mehr als das auf *Z* liegende. Bei *S* zeigten ſich bloſs an dem obern einige, obſchon ſchwache Spuren von Oxyd. Nirgends Zuſammenhang mit *H*.

12. *ZSHZ*, *ZKHZ*. Das meiſte Oxyd in dem obern, auf *H* liegendem *Z*. Etwas, jedoch wenig, an *K*, wo es mit *H* in Berührung war. An *S* keines. *H* mit ſeinem *Z* zuſammenhängend.

13. *SZHS*, *KZHK*. *Z* beträchtlich oxydirt und an *H* hängend; an keinem *S* Spur einer Oxydation; bloſs das obere *K* war, wo es an *H* lag, ſchwach oxydirt.

14. *HZHK*, *HKHZ*. In beiden waren die Metalle da, wo ſie mit *H* in Berührung ſtanden, oxydirt; jedoch *Z* weit ſtärker als K. *)

15. *HKHZH*. *Z* hing mit beiden *H* gleichmäſsig zuſammen und war an beiden Flächen ziemlich gleich oxydirt.

*) Ich übergehe, um nicht zu weitläufig zu werden, in Zukunft alle mit *S* zuſammengeſetzten Formen, da von ihnen daſſelbe gilt, was wir in den mit *K* conſtruirten bemerken. Wo *K* etwas Oxyd zeigte, fand ſich davon an *S* faſt keine Spur. *R*.

16. *KHZKHZ.* Beide *Z* waren an den auf *H* liegenden Flächen, in gleich beträchtlichem Grade oxydirt; das untere *K* zeigte mehr Oxyd, als das, welches mit *Z* in Berührung gewesen war, jedoch, wie immer, nur auf den an *H* gränzenden Seiten. Das *K* berührende *Z* hing fest an seinem *H*.

17. *KZHKZH.* Hier war nur das mit *H* in Berührung gewesene *K*, wiewohl sehr wenig, oxydirt. An beiden *Z* zeigte sich, wo sie an *H* gelegen, eine beträchtliche Menge Oxyd, an dem untern jedoch noch mehr, als an dem obern. Uebrigens war alles wie bei dem einfachen *KZH*.

18. *ZKHZKH.* Unteres *K* weniger, als oberes, oberes *Z* allein oxydirt; dieses auch mit *H* zusammenhängend.

19. *HKZHKZH.* Alle an *H* gelegenen Metallflächen oxydirt, vorzüglich die von *Z*, deren jedes an seinem *H* hängt. Uebrigens schien das untere *K* mehr als das obere, das obere *Z* hingegen weniger, als das untere oxydirt zu seyn.

20. *HKZHZKH* gab, als aus zweien sich entgegengesetzten *HKZH* bestehend, in jedem derselben, das in 9 bereits angeführte.

21. Wurde in 2 und 6 die *Kette geschlossen*, so dass die Metalle nun in wechselseitige Berührung kamen, so fand ich den Oxydations-Prozess an *Z* verstärkt, an *K* und *S* unbemerkbar. Dasselbe galt für alle Formen, wo heterogene Metalle im Contacte sich befanden. Fehlte dieser, so wurde auch

die Oxydation durch Schliefsung der Kette nicht in diefem Grade modificirt.

22. Eine Säule von 120 Lagen Silber und Zink, ohne feuchten Leiter, (120 *SZ*,) zeigte nach 72 Stunden keine Spur von Oxydation; auf Zunge und Frofchfchenkel wirkte fie mit der Stärke der einfachen Kette. *) Daffelbe galt für jede, aus Metallen allein beftehende Säule, diefe mochten noch fo verfchiedenartig gewählt, und auf jede nur beliebige Art zufammengefchichtet feyn.

Aus den bisher erzählten Verfuchen, glaube ich folgende Schlüffe ziehen zu dürfen:

a. Jedes mit einem feuchten Leiter im Contacte befindliche Metall oxydirt fich, nach den bekannten chemifchen Gefetzen, (1, 5.)

b. Zwei heterogene fich nirgends berührende Metalle oxydiren fich, wenn fie einen feuchten Leiter einfchliefsen, in demfelben Grade, als wenn jedes derfelben einzeln mit ihm in Contact ift. (2, 6, 14, 15.)

c. Zwei heterogene, in wechfelfeitigem Contacte ftehende Metalle modificiren in Berührung mit einem feuchten Leiter den Oxydations-Prozefs; und zwar erhöhen fie ihn, wenn das oxydirbarere, und vermindern ihn, wenn das minder oxydirbare Metall den feuchten Leiter berührt. (3, 7, 8.) Sind

*) Weil hier Frofch und Zunge die Stelle des feuchten Leiters vertreten. *R.*

beide Metalle mit ihm verbunden, so wird beides, jedes an seinem Orte bemerkbar. (4, 9.)

d. Alles in c Vorgetragene findet sich bei geschlossner Kette in ungleich höherm Grade; doch müssen in ihr zwei heterogene Metalle irgendwo in wirklichem Contacte vorhanden seyn; fehlt dieser, so fehlen zugleich die eben angeführten Phänomene. (21.)

e. Bei Metallen, (wahrscheinlich auch bei allen übrigen festen Leitern,) die ohne Dazwischenkunft eines feuchten Leiters über einander geschichtet sind, findet keine Spur von Oxydation statt. (22.)

f. Aus der Flüssigkeit des feuchten Leiters, der mit zwei in Conflict befindlichen Metallen in Berührung steht, wird auf der Fläche, welche an dem oxydirbarern Metalle liegt, Sauerstoff, auf der entgegengesetzten Fläche Wasserstoff entbunden. Einem mit dem minder oxydirbaren Metalle verbundenen feuchten Leiter geschieht das entgegengesetzte von diesem. In geschlossner Kette wird alles dieses in weit höherm Grade bemerkbar. *)

*) Dies beweist Folgendes: α. wenn der feuchte Leiter das oxydirbarere Metall berührt, so oxydirt sich dieses stärker, als es geschieht, wenn es, ohne mit einem andern Metalle in Contact zu seyn, an der Feuchtigkeit liegt. β Das schwerer oxydirbare an den feuchten Leiter gebracht, oxydirt sich weniger, als wenn es ohne Verbindung mit einem andern, mit einer leitenden Flüssigkeit in Conflict gesetzt wird. γ. Wenn in α

II.

Alles dieſes lehrte uns die anorganiſche Natur. Die *organiſche* beſtätigt ihre Ausſagen. Zwar brauchte ich deshalb nur auf die Ritterſchen Verſuche zu verweiſen; doch Sie wiſſen, was in unſern Tagen alles bezweifelt worden iſt und bezweifelt wird. Auch wünſchte ich, eine, wo möglich, kategoriſche Entſcheidung deſſen, was der alleinige Gegenſtand dieſer Blätter iſt. Ohne ſie iſt es unmöglich, Einheit

mit der Fläche des feuchten Leiters *H*, welche der im Contacte begriffnen entgegengeſetzt iſt, ein Metall in Berührung gebracht wird, ſo oxydirt es ſich weniger, als es nach dem einfachen chemiſchen Geſetze geſchehen ſollte. δ. Das Gegentheil erfolgt, bei gleichen Umſtänden, in den Vorrichtungen β, (3, 4, 7 — 13, 16 — 20.) ϵ. Die Entbindung des Oxygens an *Z*, des Hydrogens an *S* oder *K*, zeigt ſich am deutlichſten, wenn man die Ketten 2, 6 wie 21 ſchlieſst; (ſie werden hierdurch = 3, 7, 8, wenn auch dieſe geſchloſſen ſind.) Denn, wenn man hier die Haken der Platten ſo weit nähert, daſs den Haken von *S* oder *K* die um die Spitze von *Z* geſammelten oxydhaltigen Kreiſe treffen ſollten, ſo weichen dieſe, da, wo ſie den Wirkungskreis von *S* oder *K* berühren, gleichſam zurück, und ſind an dieſer Stelle wie eingebogen. — Bemerken muſs ich hierbei, daſs alle dieſe Verſuche einen geübten Experimentator, und die gröſste Reinlichkeit und Genauigkeit erfordern, um reine Reſultate zu liefern. — Noch mehrere beweiſende Verſuche werden ſich unten finden. *R.*

n die galvanischen Versuche zu bringen, und in liefer Hinficht verdient diese zweite Reihe von Ver-uchen immer einige Aufmerksamkeit.

Bei gleichbleibender Bedeutung der Buchstaben , *K*, *Z* sey jetzt *H* *Pappe mit destillirtem Wasser* der *Kochsalz - Auflösung* getränkt; das Reagens in *im höchsten Grade reizbarer*, *) auf die gewöhn-iche Art *präparirter Froschschenkel*. Hier finden ie

1. nie Zuckungen, wenn Sie Nerven oder Mus-el auf ein beliebiges Endglied der nicht zur Kette eschlossnen Formen, I, 1 bis 20, legen; ich blieb elbst zweifelhaft, ob hier die Stimmung der Reiz-arkeit modificirt werde, oder nicht. **)

2. Schliesst der an die Metalle geschobne Schen-el in *SHZ* oder *KHZ* die Kette, so zeigt sich nie ie entfernteste Spur von Zuckung.

*) Z. B. ein Schenkel, welcher zuckt, wenn der Muskel auf den Nerven zurückgebogen wird, oder worin homogene Metalle Zuckungen hervorzubringen vermögen. *R.*

**) Hierher gehören die von Humboldt zuerst angestellten, von Keutsch eben so glücklich wiederhohlten Versuche ohne Kette, (v. Humboldt's *Vers.*, B. 1, S. 43 folg., 487, und meine *Dissertat. de Galvanismo*, Spec. II, p. 1 folg.) Dass der oft nicht eintretende Erfolg bloss dem Mangel an gehörig reizbaren Individuen, als Reagentien für diesen Grad von Action, beizumessen ist, erhellt daraus, dass, wie ich weiter unten zeigen

3. Schliefst er dagegen die Form *HSZH* *) zur Kette, fo fehlen die Zuckungen nie. Sie waren

werde, die Verfuche an den Polen der Batterie fehr leicht gelingen. *R.*

*) Auf diefe Grundformen kommen *SZH* und *ZSH* zurück, wenn man fie mittelft des feuchten Frofchfchenkels, (= *H*,) zur Kette fchliefst, da dann, wie jeder einfache galvanifche Verfuch zeigt, feuchte Pappe gänzlich fehlen kann, deren Stelle das feuchte Organ vertritt. Behielt ich dennoch feuchte Pappe bei, und das Organ kam unmittelbar darauf zu liegen, fo war fie blofs mit deftillirtem Waffer getränkt, um allen möglichen Einwürfen, z. B. der modificirten Reizbarkeit u. f. w., möglichft auszuweichen. Eben deswegen brachte ich nie, wenn *H* = kochfalznaffer Pappe war, das Organ auf diefe felbft; fondern legte zwifchen beide ein dem homogenes Metall, das die untere Fläche berührte, fo dafs z. B. *HSZH* in *SHSZHZ* umgeändert wurde. — Noch glaube ich folgenden Verfuch hier erwähnen zu müffen. In einer Silber-Zink-Batterie von 15 Lagen, (14 . *SZH* + *SZ*,) wo anftatt der Pappen frifche Frofchfchenkel zwifchen den Metallen lagen, um fo *H* zu repräfentiren, *zuckte keiner*, fo oft ich auch die Kette durch Vereinigung der Pole fchlofs. Schlofs ich von einem beliebigen Pole nach einem *H*, fo zuckte diefes, und zwar diefes allein. Vereinigte ich die Pole durch einen Frofchfchenkel, fo gerieth diefer in convulfivifche Bewegungen, indefs die in der Batterie befindlichen fämmtlich in tieffter Ruhe blieben. Bei der Anftellung diefes Verfuchs ift es nöthig,

hauptſächlich im Augenblicke der Schlieſsung ſtärker, wenn ich von *S* nach *Z*; ſchwächer, wenn ich von *Z* nach *S* ſchloſs, wogegen in dieſem letztern Falle die Trennungszuckungen bemerkbarer wurden. Die Kette: *Muskel*, *HSZH*, *Nerve*, verminderte; *Nerve*, *HSZH*, *Muskel*, erhöhte die Reizbarkeit des Organs. *)

Dieſe Erſcheinungen gewähren jedoch nicht die Organe der Bewegung allein; auch die der *Sinne* beſtätigen ſie auf das vollkommenſte. Ich wähle ſtatt aller das Organ des Geſchmacks.

4. Legen Sie alle in I, 1 — 20 aufgeführte Formen mit einem Ihnen beliebigen Ende auf eine trockne Glastafel, berühren Sie, ohne die Kette zu ſchlieſsen, das entgegengeſetzte Ende mit der Spitze der Zunge, und Sie fühlen, Sie ſchmecken nichts.

5. Nehmen Sie *SHZ*, gleichviel mit *S* oder *Z*, in Ihre (am beſten mit Salzauflöſung) angefeuch-

darauf zu ſehen, daſs kein oberes *H*, (= Froſchſchenkel,) ein tiefer gelegnes berühre; ich vermied es, indem ich ſie da, wo ſie über die Metallplatten hervorragten, in geräumige, an beiden Seiten offne Glasröhren faſste, die 1 — 1½ Zoll Länge hatten. Dieſe Batterie war ſo wirkſam, als eine, die aus gleicher Anzahl Platten, mit kochſalznaſſer Pappe aufgerichtet war. *R.*

*) Schwerlich würde ich dieſes letztere Phänomen, mit Grapengieſser, aus der Gradation der Reize allein erklären. (S. deſſen Schrift: *Verſuche, den Galvanismus zur Heilung einiger Krankheiten anzuwenden*. Berlin 1801, S. 81 folg.) *R.*

tete Hand, schliessen Sie oben mit der Spitze der Zunge; und Sie haben weder Gefühl noch Geschmack. Berühren Sie nun mit der andern ebenfalls angefeuchteten Hand *Z* mit einem Stücke *S*, oder dieses mit einem Stücke *Z*; und sogleich haben Sie im Augenblicke des Contacts, wenn *Z* an der Zunge liegt, den sauren, wenn *S* sich daran befindet, den alkalischen Geschmack. *)

6. *HSZH*, oder das ihm gleiche *SHSZHZ*, entweder durch Zunge allein, oder durch diese und feuchte Hand geschlossen ist, wie aus 5 folgt, activ, mit den angegebenen Nüancen.

Doch wozu soll ich Sie länger mit Erzählung von Versuchen ermüden, die Ihnen nicht neu seyn können, **) und, aufrichtig gesprochen, mir selbst, als ich sie anstellte, wenig Freude gewährten, da sie, (deren Erfolg ich jedes Mahl voraussagte,) nur zur Bestätigung mir längst bewiesener Thatsachen dienen konnten. Dennoch glaubte ich der guten Sache diese Geduld schuldig zu seyn, und so unternahm

*) Dass hier, in *SHZ*, die Zunge die Stelle von *H* vertreten könne, brauche ich nicht zu erinnern; nur dass man hier durch feuchte Leiter schliessen muss, um den Contact der Metalle zu vermeiden. *R.*

**) Sie lassen sich grösstentheils aus dem folgern, was Volta, (*n. Journal der Physik*, B. 2, S. 141 folg., B. 4, S. 107 folg.,) und Ritter, (*Beweis u. s. w.*, an mehrern Orten, vorzüglich §. 9,) lehrten. *R.*

nahm ich für sie, was ich für mich nie gethan haben würde. Jetzt verlassen wir sie, überzeugt, dass

a. keine, wenigstens für uns bemerkbare galvanische Action in Ketten sich zeige, die aus Metallen *allein* bestehen;

b. dass *Ein* Metall und *Ein* feuchter Leiter sie eben so wenig hervorbringt;

c. dass sie eben so in Ketten aus zwei heterogenen Metallen und einem feuchten Leiter fehlt, wenn sich die Metalle nicht wechselseitig berühren;

d. dass sie sich dagegen in dieser Kette sogleich im Augenblicke des Contacts der heterogenen Metalle zeigt;

e. dass sie auch in ungeschlossner Kette, doch nur in niederm Grade, zugegen ist; indess sie

f. in geschlossner erhöht hervortritt.

g. Alles dieses berechtigt uns, festzusetzen: dass eine Kette, die wir aus zwei heterogenen Metallen, *M*, *m*, und einem feuchten Leiter, *H*, bilden, nur dann *wirksam* seyn könne, wenn die beiden Metalle, sich wechselseitig berührend, (eine nicht zu erlassende Bedingung,) beide zugleich mit dem feuchten Leiter im Contacte sind; [wenigstens, dass sie so geschlossen in höherm Grade wirksam werde, und mithin nur die Kette, deren Bild

M △ m
H

ist, allein *die Grundkette*, *die Einheit der Voltaischen Batterie* genannt werden dürfe.*)

*) Ich sprach bisher bloss von Einer Gattung der festen Leiter, von den Metallen. Es wird nicht schwer seyn, das Gesagte von dem ganzen Ge-

III.

Aber noch dürfen wir die Acten nicht schliessen, dürfen es nicht, bevor wir den letzten dem halsstarrigen Zweifler übrig bleibenden Einwurf widerlegt haben. Zugegeben, daſs die in II g aufgeführte Kette die wirksamere sey; zugegeben, daſs wir bisher eine Spur galvanischer Action in der einfachen Kette II c mit unsern Reagentien auszumitteln nicht vermochten: wird dieses auch bei dem *Vielfachen dieser Kette* der Fall bleiben? Oder mit andern Worten: *wird bei zweckmäſsiger Zusammensetzung lediglich und allein* II g *die wirksame Batterie bilden, und* II c *nie etwas ihr ähnliches liefern?*

schlechte zu beweisen. Eben so redete ich nur von den bis jetzt bekannten Batterien, d. h. von denen, die aus zwei Metallen, (festen Leitern,) und einem feuchten Leiter bestehn. Es geschah aus leicht begreiflichen Gründen. Daſs Ketten, wie sie Volta aus zwei feuchten und einem festen Leiter, (Metalle,) bildete, ebenfalls zur Batterie zusammengereihet werden können, haben mich neuere Versuche gelehrt, die ich in dieser Absicht anstellte. Daſs jedoch auch diese Ketten, deren Form HMh ist, (wenn M Metall, H einen feuchten und h einen diesem heterogenen feuchten Leiter bedeuten,) dadurch auf MmH können zurückgebracht werden, daſs man das homogene Metall durch die heterogenen Flüssigkeiten als in zwei heterogene M, m verwandelt annimmt, erhellt von selbst. (S. Volta in Gren's *n. J. d. Physik*, B. 2, S. 141 folg., und a. mehr. O.) *R.*

Auch hier müſſen Verſuche entſcheiden; aber welche? Ich glaube, nur die, wo wir eine beliebige Anzahl einfacher Ketten mittelſt eines Körpers zu einem Ganzen verbinden, welcher Galvanismus leitet, ohne bei ſeinem Eintritte in die Batterie galvaniſche Action, wenigſtens in einigermaſsen beträchtlichem Grade ſelbſt zu begründen. Daſs ohne dieſen keine Ueberzeugung möglich ſey, lehrt folgende Betrachtung. Der die einzelnen Kettenglieder verbindende Leiter ſey L, und die Batterie einmahl in der Form a, $x.(MHmLMHm)$, das andere Mahl in der Form b, x . $(MmHLMmH)$ errichtet. Setzen wir nun L = *feſtem* Körper, alſo Metall oder dieſem ähnlich,*) was entſteht? In a wie in b berührt L Metall, was wir doch in a vermeiden wollten. Es ſey daher L = einem der gewöhnlichen *feuchten* Leiter; allein auch hier haben wir nichts gewonnen, da die in a fehlende Action die Unthätigkeit von MHm noch immer nicht erweiſen würde. Wir erhalten nämlich jetzt in dieſer Batterie ſtatt einer, zwei verſchiedne Ketten, die erſte MHm, die zweite mLM. Die Actionen beider ſind ſich entgegengeſetzt, und daher = o, wenn $H = L$. Eben ſo wenig könnte Wirkſamkeit in b für $HMmH$ als Grundkette entſcheiden; denn auch hier werden

*) Wir kennen bis jetzt noch keinen feſten Leiter des Galvanismus, der nicht, auf Art der Metalle, galvaniſche Action neben ſeiner Leitung zugleich in beträchtlichem Grade begründete. *R.*

wir neben dieſer die Kette $mHLM == mHM$ vorfinden, ungewiſs, ob dieſe, oder ſie die Action eigentlich begründen. Hiermit wäre daher die Nothwendigkeit eines Leiters, wie der oben erwähnte, erwieſen.

Woher ſollen wir aber einen ſolchen bloſs leitenden Körper nehmen? — Darf ich meinen Verſuchen trauen, ſo habe ich ihn im *höchſt reinen völlig waſſerfreien Alkohol*,*) gefunden.**) Hier dieſe Verſuche ſelbſt, denen ich einiges über frühere, in Rückſicht der Leitungsfähigkeit dieſes Stoffs von mehrern Phyſikern gemachte Beobachtungen, vorausgeſchickt haben würde, hätten ſie mir nicht, wegen der Widerſprüche, die ſie enthalten,***) zu

*) Das *Richterſche* Alkoholometer, (*Berliniſches Jahrbuch f. d. Pharmacie*, 1799, S. 88 folg.,) zeigte in dem Alkohol, deſſen ich mich bei dieſen Verſuchen bediente, nicht die mindeſte Spur von Waſſer. Da er jedoch, wenn er noch ſo waſſerfrei iſt, neben ſeinem Carbon und Hydrogen 0,54 Oxygen enthält, ſo laſſen ſich hieraus mehrere, bei den Verſuchen vorkommende Erſcheinungen erklären. *R.*

**) Ich erinnere hier nochmahls an das, was S. 301, Anm., erinnert worden, um danach alle aus den hier vorgetragnen Verſuchen gezogne Reſultate zu beurtheilen. Gewiſs trägt alles aus Materie Geformte mehr oder weniger zur Begründung galv. Action bei. *R.*

***) Die meiſten dieſer Widerſprüche gründen ſich wohl auf die verſchiednen Grade der Reinheit

wenig entſcheidend und zu weit von dem eigentlichen Zwecke dieſer Blätter entfernt geſchienen.

1. Von zwei, einen Zoll langen, mit höchſt reinem Alkohol getränkten Stückchen Schwamm, brachte ich das eine mit dem Nerven, das andere mit dem Muskel eines ſehr reizbaren Froſchſchenkels, und zugleich die beiden andern Enden der Schwammſtückchen mit Zink und Silber in Berührung. Der Schenkel zuckte, ſo oft ſich die Metalle entweder ſelbſt berührten, oder durch ein drittes Metall verbunden wurden. Die Zuckungen ſchwiegen, wenn Alkohol oder ein anderer feuchter Leiter die Verbindung der beiden Metalle vermittelte. Fehlte eins der Schwammſtücke, ſo daſs nun das eine Metall das Organ ſelbſt berührte, ſo blieb dennoch der Erfolg derſelbe. Ja, es konnte in dieſem Falle, ſo lange das Organ auf einer höhern Stufe der Reizbarkeit ſtand, ſelbſt das eine Metall entfernt werden, noch immer blieben die Zuckungen bemerkbar.*)

des Alkohols, vielleicht auch darauf, daſs man bald längere, bald kürzere Zeit damit in atmoſphäriſcher Luft experimentirte. *R.*

*) Dieſe Verſuche beweiſen mehr, als wir hier von ihnen verlangten. Sie zeigen, daſs, bei $H =$ Alkohol, die Form $HSZH$ wirkſam, $HSHZ$ unwirkſam iſt, und mithin dem Alkohol neben ſeiner leitenden Eigenſchaft auch galvaniſche Thätigkeit zukomme. Nur der geringe Grad der Action kann daher ſeine Anwendung entſchuldigen. *R.*

Dies war der Fall, wenn ſich Zink am Nerven, Alkohol am Muskel befand, und ſo beide ſich berührten; es geſchah nicht, wenn der Zink auch am Muskel dieſes Schenkels lag. Unwirkſam fand ich für dieſen Grad der Reizbarkeit die Ketten: *Nerve*, *S*, 🜄, *Muskel*, und *Nerve*, 🜄, *S*, (oder *Z*,) *Muskel*. *)

2. Die ſehr wirkſame Batterie $KH + 60(KZH) + K$ **) war in 2 gleiche Schenkel getheilt. Ihre

*) In wie fern dieſer Verſuch mit den von Humboldt, (*Verſuche*, B. 2, S. 175, 342 folg.,) angeſtellten, ſo wie mit Fontana's Behauptung, daſs Alkohol nur auf die ſenſible Fiber wirke, (ſ. deſſen Schrift: *über das Viperngift*, an mehr. Orten,) übereinſtimme oder nicht, darf ich hier nicht unterſuchen. Es muſs zu der Entſcheidung der Frage gehören: ob gewiſſe Subſtanzen die Reizbarkeit unmittelbar, durch ſich allein, modificiren, oder ob dieſes Phänomen von einer ſtärkern, durch ſie begründeten, galvaniſchen Action abhängt. Ich habe hierüber eine Reihe von Verſuchen angeſtellt, welche in der That das letztere, (wenn nicht vielleicht alles dieſes Galvanismus mit jenem coexiſtirend iſt,) beweiſen. Ihre Reſultate ſtimmen ziemlich mit dem überein, was Pfaff faſt zu gleicher Zeit beobachtete, (ſ. deſſen *Nordiſch. Archiv*, B. 1, St. 1, S. 17 folg.,) auch gehört der unten vorkommende Verſuch S. 331 hierher, wo der Hydrogenpol allein erhöhende Kräfte zeigte. Für was ſpricht dieſer? *R.*

**) *K* zu Anfang und Ende der Batterie waren zwei

bern ungleichnahmigen Pole wurden durch eine Zinkſtange; ihre untern Pole durch höchſt reine Golddrähte und eine mit waſſerfreiem Alkohol gefüllte und mit Kork verſchloſsne Glasröhre verbunden,*) in welcher die Spitzen der Drähte $\frac{1}{3}$ pariſer Zoll von einander entfernt ſtanden. Es zeigte ich keine Spur von Action, bis der mit *S* der Batterie verbundne Draht nach 4 Minuten anfing Spuren von Gasentwickelung zu zeigen.**) Das Gas ſtieg theils von der Spitze, theils, wiewohl in minder ſtarken Strömen, von zwei nach hinten gelegenen Stellen dieſes Drahts empor.***) Jedoch verſchwanden dieſe letztern, ſo bald ich beide Drähte noch um $\frac{1}{3}$ Zoll weiter von einander entfernte. Je-

der oben beſchriebnen Endplatten, ſo wie *H* kochſalznaſſe Pappe. *R.*

*) Sie faſste 1 Unze deſtillirtes Waſſer. Von gleichem Inhalte waren alle Röhren, deren ich mich bei den folgenden Verſuchen bediente. *R.*

**) Dieſes Zögern war bei der angegebenen Entfernung der Drahtſpitzen conſtant, fehlte aber, ſo oft der Cylinder Waſſer ſtatt des Alkohols enthielt, und iſt daher der ſchlechtern Leitung dieſes, nicht aber dem ſo oft vorkommenden Ausruhen der Batterie, (ſ. Grapengieſser's ang. Schrift, S. 22, 23,) beizumeſſen. Die Erklärung dieſes Phänomens gab Ritter, *Annalen der Phyſik*, B. 8, S. 445 folg., hauptſächlich S. 450, 458 bis 460, 468. *R.*

***) Dieſe Ströme waren regelmäſsig einer von dem andern ungefähr 4 — 5 Linien entfernt. *R.*

ner, dann allein noch übrige Strom war nach der Spitze des Zinkdrahts gerichtet, erreichte ſie aber nicht, ſondern ſtieg in der Entfernung einer Linie vor ihr in die Höhe. Der Zinkdraht gab während des allen weder von Gas noch von Oxyd eine Spur. Die Gasentwickelung war um ſehr vieles ſchwächer, als die, welche Golddrähte in deſtillirtem Waſſer darbieten; als ich aber 8 Tropfen deſtillirtes Waſſer zu dem im Cylinder enthaltnen Alkohol tröpfelte, ſtieg die Gasentbindung augenblicklich bis vielleicht zum Sechsfachen ihrer vorigen Gröſse.

3. Ich verband die Schenkel der Batterie des vorigen Verſuchs, ſowohl an ihren obern als untern Polen, durch zwei ſich völlig gleiche, mit reinem Alkohol gefüllte Gasröhren. In der obern befanden ſich Drähte vom feinſten Silber, in der untern vom reinſten Golde; und ihre Spitzen waren in beiden $\frac{1}{4}$ Zoll von einander entfernt. Bald, (2 Minuten,) nach Schlieſsung der Kette fing der Hydrogendraht der untern Röhre an, Gas, wie in 2, zu geben. Der obere ſchwieg noch immer. Erſt nach 4 Minuten begann ſein Oxygendraht ſich an der Spitze zu ſchwärzen; vom Hydrogendrahte ſtiegen nur ſelten einzelne Bläschen auf. So lieſs ich den Apparat 9 volle Tage ruhig ſtehen, indeſs ich nur von Zeit zu Zeit die Spitzen der Drähte, zuletzt bis auf $\frac{1}{4}$ Linie, einander näherte. Dieſe ganze Zeit hindurch dauerte der Prozeſs ununterbrochen fort. Ich bemerkte während deſſelben: *α.* daſs von dem

Oxygendrahte der untern Röhre auch nicht ein Gasbläschen aufſtieg, indeſs ſich am Hydrogendrahte ununterbrochen Gas entwickelte; β. daſs an dem Hydrogendrahte des obern nur äuſserſt ſelten ſich einige Gasbläschen zeigten; wogegen die Spitze des Oxygendrahts ſich hier, ohne eine Spur von Gas zu geben, ſchon zwei Stunden nach Schlieſsung der Kette ſo ſtark mit Oxyd bedeckt hatte, daſs der Weingeiſt ſich hiervon dunkelbraun färbte. γ. Alles dieſes dauerte bis am 9ten Tage fort, an welchem die Batterie gänzlich erſchöpft zu ſeyn ſchien. δ. Auf dem Boden der untern Röhre fand ich einzelne ſchwarze Stäubchen, übrigens aber den Alkohol völlig rein und gefärbt. Er war faſt zur Hälfte verzehrt, und ſtatt ſeiner fand ſich im obern Theile der Röhre eine ſehr groſse Gasblaſe, die ſich am Lichte mit einer blauen Flamme, ohne alles Geräuſch entzündete. Der Hydrogendraht war völlig rein, der Oxygendraht aber an der Spitze ungefähr 1 Linie weit ſchwarz angelaufen. ε. Der Weingeiſt des obern Cylinders war beinahe undurchſichtig und ſchwarzbraun, faſt ſchwarz von Farbe. Es hatte ſich nur wenig davon verzehrt, und die erzeugte Gasblaſe war beſtimmt zehnmahl kleiner, als die des untern Cylinders. Es gelang mir nicht, ſie an der Flamme anzuzünden. Der Hydrogendraht war rein und metalliſch glänzend, der Oxygendraht hingegen faſt ganz, (vorzüglich ſtark am vordern Ende,) mit ſchwarzem kohlenſtaub-ähnlichen Oxyd überzogen, welches ſich in Säulen, die von vorn

nach hinten zurückgebogen waren, um ihn herum gesammelt hatte; auch fand sich dieses Oxyd in nicht unbedeutender Menge, doch in minder regelmäſsigen Gestalten unter diesem Drahte, auf dem Boden des Gefäſses. ζ. War die Wirksamkeit der Batterie noch nicht zu tief gesunken, so empfand ich jedes Mahl einen, wiewohl schwachen Schlag, wenn ich, während die Kette durch die Röhren mit Alkohol geschlossen blieb, zwei ungleichnahmige Pole mit kochsalznassen Fingern berührte. Doch dauerte auch während dieser zweiten Schlieſsung der Proceſs an den Drähten ununterbrochen fort.

4. Die Batterie $SH + 20\ (SZH) + S$ wurde in möglichster Eil errichtet. H war Pappe mit reinem *Alkohol* auf beiden Seiten reichlich befeuchtet; an beiden Endpolen befanden sich groſse Platten. Ich schloſs mit nassem Finger und Zunge, ohne den geringsten Erfolg; und in dem höchst reizbaren Schenkel eines so eben getödteten Frosches, mit dem beide Pole verbunden wurden, war keine Spur von Zuckung zu entdecken, obgleich homogene Armaturen in ihm Zuckungen hervorzubringen vermochten. Nach 10 Minuten fand sich zwar etwas Thätigkeit in dieser Säule ein, so daſs sie Bewegungen im Schenkel hervorbrachte; doch waren diese minder lebhaft, als sie die einfache Kette: *Nerve, Messing, Kupfer, Muskel*, erzeugte, und Geschmack lieſs sich auch jetzt nicht, so wenig als späterhin entdecken. Besonders merkwürdig war aber diese Batterie wegen der so verschiednen Thätigkeit ihrer

ole, indem ſich ihr Hydrogenpol faſt allein und
ſolchem Maaſse wirkſam zeigte, daſs man, im
ergleiche mit ihm, die Action des Zinkpols füg-
ch = o ſetzen konnte. Hier der Beweis. Ich
eſs den Schenkel eines Froſches einige Minuten
ıf der Endplatte des Hydrogenpols ruhn; er zuck-
nun, (was vorher nie der Fall geweſen war,) ſo
ft ich ihn mit der Hand aufzuheben verſuchte und
den Contact trennte. Wurde er aufgehoben und
ei in der Hand gehalten, ſo erfolgten Zuckungen,
oft mit ihm die Hydrogenplatte berührt wurde;*)
ei nachmahliger Trennung erſchienen die Zuckun-
en in noch höherm Grade, ſelbſt bei homogenen
ırmaturen, Convulſionen ähnlich. **) Ich brachte

*) Bemerkenswerth iſt es, daſs bei dieſem Verſuche die Reizbarkeit des Muskels weit mehr, als die des Nerven erhöht wurde. Die Zuckung war nämlich heftiger, wenn die Muskeln, als wenn der Nerve dieſen Pol berührte. Iſt dieſes am Hydrogenpole immer der Fall? *R.*

**) Dieſen Verſuch kann man zu denen *ohne Kette*, (oben, S. 302,) zählen. Sie gelingen an den Polen nur einigermaſsen beträchtlicher Batterien ſehr gut; man bekömmt dann am Hydrogenpole bei der Trennung, am Oxygenpole bei der Schlieſsung, die ſtärkere Zuckung. — Eben ſo laſſen ſich die Atmoſphären, (Dampfleitung,) friſcher thieriſcher Organe, (von Humboldt's *Verſ.*, B. 1, S. 82, 213—234; meine *Disſert.*, *Specim. I*, p. 69 folg.,) ſehr gut an den Endpolen wirkſa-

ihn jetzt in feine vorige Lage zurück; nach 6 Minuten Ruhe fing er an freiwillige Zuckungen zu äufsern, die anfänglich in längern, nachher in kürzern Intervallen periodifch wiederkehrten und an Lebhaftigkeit zunahmen. — Nichts von diefem allen erfolgte, wenn ich diefen oder einen andern, noch keinem Verfuche unterworfnen Schenkel an den Zinkpol brachte; diefer Pol fchien auf die Reizbarkeit des Schenkels nicht den geringften Einflufs zu haben, und überhaupt völlig kraftlos zu feyn.*) Selbft bei der gröfsten Nähe der Drähte in einem Gasapparate gab die Batterie keine Spur einer Gasentwickelung, und nach 1½ Stunden hatte fie alle Thätigkeit, auch am Hydrogenpole verloren. Ich nahm fie nach 24 Stunden aus einander, fand aber

mer Batterien zeigen. Man bemerkt Ofcillationen des an dem einen Pole hängenden Frofchfchenkels, fo bald fich ihm der andere bis zu einer gewiffen Entfernung genähert hat. Wird diefe überfchritten, fo gehen fie in wirkliche Zuckungen über. *R.*

*) Dies war nicht der Fall, als ich eine gleiche Batterie mit Weingeift, welcher $\frac{1}{23}$ Waffer enthielt, aufbauete. Ihr Oxygenpol deprimirte allerdings die Reizbarkeit thierifcher Organe. Sie war im Ganzen wirkfamer, als die erftere, wirkte jedoch nur wenig auf die Zunge, und blieb nur 3 Stunden thätig. Ihre Metallplatten zeigten etwas Oxyd, wiewohl in äufserft unbedeutender Menge. *R.*

weder an den Metallen die geringſte Spur einer Oxydation, noch an den Pappſcheiben *) die mindeſte Veränderung.

So hatten nun dieſe Verſuche, (1—4,) es erwieſen, daſs *höchſt reiner Alkohol* allen den Forderungen entſpreche, welche wir S. 323 an dem Körper, der zur Verbindung der einzelnen Glieder unſrer Batterie beſtimmt iſt, zu machen berechtigt waren. Das, was ich ſuchte, war demnach gefunden, und ich konnte nun zu folgenden Verſuchen ſchreiten:

5. 15 Schichten *SHZ* **) wurden auf einer völlig trocknen Glastafel neben einander gelegt, ſo daſs die erſte mit *S*, die zweite mit *Z*, die dritte wieder mit *S*, die vierte mit *Z* u. ſ. w. darauf ruhete. Zoll-lange mit reinem Alkohol getränkte Stückchen Schwamm verbanden das *S* der erſten mit dem *Z* der andern, das *S* dieſer mit dem *Z* der dritten Kette u. ſ. w., um ſo, wenn *A* den mit Alkohol genäſsten Schwamm bedeutet, die Batterie 14 (*SHZA*) + *SHZ* zu bilden, welche nur dadurch von jeder andern aus *SHZ* zuſammengeſetzten verſchieden iſt, daſs ſich ihre einzelnen Glieder, wie bei dem

*) Daſs man zu dieſen Verſuchen jedes Mahl neue Pappe nehmen müſſe, verſteht ſich von ſelbſt. *R.*

**) *H* war hier, wie immer, wo es nicht beſonders erwähnt iſt, mit Kochſalz-Auflöſung befeuchtete Pappe. *R.*

Voltaischen Becherapparate, auf einer horizontalen Fläche neben einander befinden, und daſs die leitende Verbindung zwischen diesen Gliedern durch Alkohol vermittelt wurde, nicht durch die Metalle selbst. *) Sie muſste daher, wenn in *SHZ* Action $= y$ vorhanden war, als Aggregat solcher Ketten, wenigstens mit einer Kraft $= 15\,y$ wirken. Wenn daher ein Froschschenkel, der schon bei dem Anbringen homogener Armaturen, (also in einer in sehr niederm Grade wirksamen Kette, **)) in Zu-

*) Um reine Resultate zu erhalten, rathe ich, bei diesen Versuchen so schnell und reinlich als nur immer möglich, zu experimentiren. Man verhindert dadurch das Verdunsten des Alkohols, das Anziehen von Sauerstoff aus der Atmosphäre, und die so schädliche Ableitung, welche bei dem Feuchtwerden der Glastafel so leicht entsteht. *R.*

**) Diese Ketten müssen zu der Klasse derjenigen gehören, welche aus einem Metalle und zwei heterogenen feuchten Leitern gebildet werden. Ich erinnere hierbei an das bereits oben, (S. 304, Note,) erwähnte, so wie an den bekannten Streit über Homogeneität der Metalle in galvanischer Hinsicht, (z. B. in Gren's *n. Journ. der Physik*, B. 2, S. 141 folg.) — Der von Gruner auſser der Batterie bemerkte krystallinische Niederschlag des salpetersauren Silbers auf homogene Silbernadeln, (*Annal. d. Phys.*, B. 8, S. 222 folg., 492; Voigt's *Magazin*, B. 3, S. 339 folg.,) kann für eine galvanische Action ohne Contact der Metalle für jetzt wohl schwerlich entscheiden, da wir es

kungen geräth, in dieser Batterie unempfindlich
leiben sollte; so müsste, da in ihr sich 15 . y un-

noch nicht mit Gewissheit zu bestimmen vermögen, ob und in wie fern diese Erscheinung ins Gebiet des Galvanismus gehört. Denn gesetzt auch, sie wäre in der unwirksamen Formel *SH* nicht enthalten, und träte so zu der Zahl galvanischer Phänomene über; gesetzt, es sey durch die nicht völlig reinen Korke, durch die Säure oder das in der Auflösung enthaltne, vielleicht nicht ganz feine Silber die Möglichkeit zur Gegenwart der activen Kette *HMh*, oder der ihr verwandten *MmH* gegeben; so sind wir doch noch immer nicht im Stande, Einheit in den Versuch zu bringen, und die an den Spitzen der Nadeln bemerkte Polarität, (*Annalen*, VIII, S. 223, 49',) zu erklären. Wir würden durch diese Annahme nämlich eher berechtigt werden, an jeder Nadel einen besondern, dem an der andern zwar gleichen, doch von ihm unabhängigen galvanischen Prozess zu vermuthen, wofür noch die Erscheinung sprechen würde, dass an ihnen *beiden*, also an beiden Polen, sich Silberkrystalle zeigen. Und doch schweigt der Erfolg, so bald nur ein Draht sich vorfindet; er schweigt aber auch, was bei absoluter Nothwendigkeit zweier Nadeln nicht seyn sollte, wenn eine derselben mit einer heterogenen, einer goldnen, vertauscht wird, (a. a. O., S. 224.) Da Mangel an Zeit mich bis jetzt abhielt, den Versuch selbst zu wiederhohlen, so wird Herr Gruner mir die Frage erlauben, und gewiss befriedigend beantworten: Waren die Silbernadeln wirklich völlig rein, waren sie nicht

wirkſam, und = o zeigte, gewiſs auch y = o ſeyn. Mit dieſer Ueberzeugung ſchloſs ich die Kette mittelſt eines ſolchen Schenkels, und erhielt in der That auch nicht die leiſeſte Spur von Zuckungen. Ich ſchloſs durch Zunge und angefeuchtete Hand, aber es war nicht der mindeſte Geſchmack zu entdecken.*) Dieſelben Reſultate gaben Kupfer-Zink-Batte-

vorher mit der Batterie verbunden, und als Oxygen- und Hydrogendraht bei einer Gasentwickelung wirkſam geweſen? Daſs dieſes leicht eine ſehr bemerkbare Heterogeneität in ihnen hervorbringen, einen chemiſchen Prozeſs einleiten könne, habe ich oft erfahren. So z. B. glaube ich die von dieſem Gelehrten zuerſt beſchriebenen Dendriten des Hydrogendrahts, (a. a. O., S. 218 folg.,) vorzüglich dann bemerkt zu haben, wenn ich einen kurz vorher als Oxygendraht thätigen, nicht völlig von ſeinem Oxyd gereinigten Stab mit dem Hydrogenpole der Batterie verband. Auch kommen ſie am Oxygendrahte vor, wenn er vorher am Hydrogenpole wirkſam war; ſie fehlen dann ſelten, wenn ſich die Endpole in vertikaler Linie, (bei einer vertikalen Batterie,) befinden, und die Drähte nicht zu weit von einander entfernt ſind. *R.*

*) Man muſs, wenn man nicht unmittelbar mit der Hand, ſondern mit einem in ihr gehaltnen Metallſtabe ſchlieſst, dieſen der zu berührenden Metallplatte homogen wählen. Denn bringt man z. B. die Zunge an den Oxygenpol, und berührt die ſilberne Platte des Hydrogenpols mit einem Stücke Silber, ſo ſchmeckt man nichts; ſchlieſst man

atterien, so wie Eisen-Zink-Batterien von 15 bis 5 Lagen; auch änderte es nichts, ich mochte die Pappen, (H,) mit destillirtem Wasser oder mit Kali-, nit Kochsalz-, mit Salpeter-, oder mit Salmiakauflösung *) befeuchten. Dass dasselbe der Fall war, venn ich die Batterie 19 ($SHZA$) + SHZ auf lem gewöhnlichen Gestelle vertikal errichtete, belarf wohl keiner Erwähnung. Ich hatte diesen Veruch bis jetzt verschoben, weil bei ihm die Verbinlung durch Alkohol nicht so schnell zu bewerkstelligen war, und ich den Druck der obern Platte auf lie untern Pappen- und Schwammstücke zu vermeilen wünschte, welcher nicht sowohl bei dieser als anlern Batterieformen, (6, 7, 8,) von nachtheiliger, lie Reinheit des Resultats störender Wirkung seyn konnte.

6. 15 Lagen SZH wurden auf derselben Glasafel, auf gleiche Weise, mittelst reines Alkohols

man aber auf die entgegengesetzte Art, d. h. mit Zunge am Silberpole, mit Silber am Zinkpole, so empfindet man sogleich Geschmack, denn es berühren sich dann heterogene Metalle, S und Z.
R.

*) Reiner liquider *Salmiak* gab mir immer die stärkste Wirkung; weshalb in Silber-Zink-Batterien, deren Pappe damit befeuchtet war, und deren Pole eine mit Wasser gefüllte und mit reinen Silberdrähten versehne Glasröhre verband, am Oxygendrahte ein hellgraues schuppiges Oxyd entstand, das bei H = kochsalznasser Pappe weit dunkler, fast schwarz war. *R.*

zur horizontalen Batterie, 14 (*SZHA*) + *SZH* verbunden. Die Vereinigung beider Pole durch *Zunge* und feuchten Finger gab Geschmack, mit schwacher, doch deutlich zu fühlender Erschütterung; und zwar erhielt man an dem Zinkpole oder dem letzten auf *Z* liegenden *H*, (worauf ich, um nicht durch *H* = kochsalznasser Pappe gestört zu werden, noch ein *Z* legte,) constant den sauren, und an dem entgegengesetzten Pole den alkalischen Geschmack. Die Kette durch *Auge* oder einen der Augen-Nerven geschlossen, gab Lichtschein; ein äusserst träger *Froschschenkel* zeigte hier die heftigsten Convulsionen, und wenn man ihn einige Zeit in der geschlosnen Kette liess, die bekannten Stimmungen der Reizbarkeit; es erschienen selbst *Gasblasen* im Wasser einer Glasröhre, mit der die Pole durch Golddrähte, deren Spitzen ¼ Linie weit von einander abstanden, verbunden waren. Auch die vertikale Säule 9 (*SZHA*) + *SZH* äusserte galvanische Action in sehr bedeutendem Maasse, indess sich in 20 (*SHZ*) nicht eine Spur davon fand. Wurde für *S* Kupfer oder Eisen, für *H* destillirtes Wasser, Salmiakauflösung u. s. w. gesetzt, so erhielt ich immer active Batterien, die dieses freilich bald in höherm, bald in minderm Grade waren.

7. Eben so constant, (wiewohl in geringerm Grade,) war der Erfolg, wenn ich 15 Lagen *ZSH* durch Alkohol, gleich viel, ob zur horizontalen oder zur vertikalen Batterie, 14 (*ZSHA*) + *ZSH* verband. Und dasselbe blieb der Fall, wenn ich *S*

nit andern Metallen, und H mit andern Flüſſigkei-
en vertauſchte; doch ſchien mir bei $H =$ wäſsriger
Kaliauflöſung die Säule am lebhafteſten zu wirken.

8. Es war nun noch übrig, mehrere Lagen
$HSZH$ durch Alkohol zur Batterie zu vereinigen.
Dieſes geſchah, indem ich $14\,(HSZHA) + HSZH$
bald in horizontaler, bald in vertikaler Richtung
onſtruirte. *) Die Action, welche ich hier er-
ielt, war bei weitem die ſtärkſte, indem ſie ſelbſt
lie in Verſ. 6 um vieles übertraf. **) Sie gab z. B.
chläge, wenn man mit beiden Händen ſchloſs, und
ntwickelte Gas in bedeutender Menge, ſelbſt wenn
ie Drähte 4 bis 6 Linien von einander entfernt
varen. Nahm ich ſtatt S andere Metalle, oder für
I andere Flüſſigkeiten, ſo bemerkte ich allerdings,
aſs dieſes den Grad der Action zu ſtimmen ver-
ochte. Legte ich an S Pappe mit Kaliauflöſung
efeuchtet, $(= h,)$ indeſs die an Z befindliche Pappe,
$= H,)$ mit Salzwaſſer geſättigt war, ſo fand ich doch
i dieſer Batterie: $14\,(hSZHA) + hSZA$, die Wir-
ung nicht ſtärker, als ſie es in der vorigen war.

*) Dieſe Batterie gleicht in der erſten Form dem Voltaiſchen Becherapparate und der Cruickſhank-ſchen Trogbatterie; in der zweiten, einer auf die gewöhnliche Art errichteten Säule. *R.*

**) Und dieſe war doch beſtimmt weit ſtärker, als die der einfachen Kette; welches zum Beweiſe dient, daſs ſie nicht bloſs von einem der Endglieder $HSZH$ herrührte. *R.*

Diese möglichst einfachen Versuche, (5 bis 8,) sind es, welche wir, wie ich glaube, bei dem jetzigen Stande der Physik und Chemie, als *für diesen Fall* entscheidend, anzunehmen berechtigt sind. Ich weiss es recht gut, wie viel ihnen, einzeln genommen, abgeht, um jeder strengen Forderung zu entsprechen und volle Evidenz zu gewähren; doch hoffe ich, wird ihnen vereint gelingen, wozu sie einzeln nicht ausreichen. Sie werden willig zurücktreten, wenn die Wissenschaft der Natur, deren Morgenröthe schon zu dämmern beginnt, uns überzeugender sprechende und eine beruhigendere Gewissheit gewährende aufstellt. Doch bis diese goldnen Zeiten, die wir ahnden, wirklich eintreten, müssen wir mit regem Eifer, was die Natur uns anvertraut, benutzen, ohne den wahren Weg zu verlassen, der zu ihren Geheimnissen führen kann. Es sey mir daher erlaubt, hier noch einige Versuche beizufügen, die zwar minder einfach, und mithin weniger überzeugend als die erstern sind, jedoch recht wohl zur Bestätigung dieser dienen.

9. Da die Batterie x (SHZ) bei jeder beliebigen, leitenden Vereinigung ihrer Glieder, so lange nicht diese Form selbst dadurch geändert wird, stets unwirksam bleibt, so durfte ich in a, S. 323, für L gewässerten statt des reinen Alkohols, und eben so statt dessen Wasser oder eine beliebige Salzauflösung wählen. Nie fand ich in allen diesen Fällen Action.*)

*) Doch darf nicht jede Flüssigkeit in einer aus be-

Selbſt Metall konnte neben L = feuchtem Leiter in dieſe Verbindung treten; der Erfolg blieb, wie vorher, aus, ſo lange man den Contact heterogener Metalle vermied. *) Wir ſind daher berechtigt, wenn L

ſtimmten Metallen zuſammengeſetzten Batterie dieſe Vereinigung vermitteln, = L ſeyn, weil es, wie wir ſchon oben, (S. 332, Anm.,) bemerkten, Fälle geben kann, wo HML oder HmL durch zweckmäſsige Schlieſsung activ wird, und nun der Säule, als Aggregat von MHm, Action beigemeſſen werden würde, die doch eigentlich aus einer der vorigen Ketten entſpringt. *R.*

*) Daſs jedoch auch homogene Metalle allein im Stande ſind, active Batterien zu liefern, beweiſen folgende Verſuche, die hiermit zugleich das *Welſiſche* Galvaniſiren der Metalle, (Gren's *n. Journ. der Phyſik*, B. 3, S. 441 folg.,) ſo wie Volta's Behauptung beſtätigen, daſs in Hinſicht auf Galvanismus nur in den ſeltenſten Fällen ein Stück Metall dem andern völlig homogen, d. h. in allen Eigenſchaften gleich iſt, (meine *Diſſert., Spec. I*, p. 37 folg.) *a.* Ich ſchichtete 40 Stück gereinigte Zinkplatten paarweiſe mit kochſalznaſſer Pappe zur Batterie über einander: ſie gab Geſchmack, Blitz und Zuckung; kein Gas. — *b.* Waren und blieben die Zinkplatten bei ihrer paarweiſen Zuſammenſetzung homogen, und wirkte hier nicht etwa Friction u. dergl., ſo muſste auch jede einzelne Zinkplatte, mit Pappe in Berührung geſetzt, das leiſten, was wir bei zwei auf einander liegenden entſtehen ſehen, und 40 $(ZH) + Z$ eine noch einmahl ſo ſtarke Action äuſsern, als ſich in

einen feuchten Leiter, *M* ein beliebiges Metall bedeutet, jeder unter der Form

$$x\,(SHZLML) + SHZ$$

20 (ZZH) + Z vorfand. Allein dieses war nie der Fall; jene Säule blieb unveränderlich ohne Action. — *c*. Die Batterie 40 (SZH) + S setzte ich so schnell als möglich zusammen, nahm sie aber, nachdem ihre Pole 5 Minuten verbunden gewesen, wieder eben so geschwind aus einander. Die Zinkplatten wurden leise abgewischt und zur Säule 20 (ZZH) + Z zusammengeschichtet. Nennt man Silberfläche die Fläche der Zinkplatten, welche vorher an S, und Pappenfläche die, welche an H lag, so war die Norm dieser Batterie folgende: das unterste Z lag mit seiner Silberfläche an einer reinen, noch in keiner Batterie gewesenen Platte desselben Metalls; dann folgte H, dann wieder ein dem erstern gleiches Z, auf dieses ein zweites reines Z, u. s. w. Sie war, ob sich gleich noch einiges Oxyd an den Platten befand, wirksamer als die Batterie in *a*; ihr Hydrogenpol fand sich an den galvanisirten, ihr Oxygenpol auf der Seite der reinen Zinkplatten. — *d* War die Pappenfläche der Zinkscheiben von ihrer Silberfläche bedeutend verschieden, und wirkte diese silberartig, indess jene zinkartig blieb, so musste auch bei gleicher Richtung der Plattenpaare 20 (ZH) + Z activ seyn; was ich aber nicht fand, als ich die übrigen zu der homogenen Batterie *c* nicht gebrauchten Zinkscheiben der Silber-Zink-Batterie nach dieser Norm über einander setzte. Dasselbe bestätigte

enthaltenen Batterie galvanische Action, unter denen S. 322, Anm., bemerkten Einschränkungen, abzusprechen. Setzen Sie $M = Z$, und entfernen das erste L jedes Gliedes, so bleibt die Säule unwirksam;*) nehmen Sie aber statt dieses L das zweite L fort, welches allein den Contact heterogener Metalle hindert, so wird diese Batterie sogleich wieder activ. Setzen Sie $M = S$, so findet das Gegentheil statt. Lassen Sie beide L weg, so bleibt, gleich viel ob $M = S$ oder $= Z$ ist, das Ganze activ. Auf diese Art läfst sich in allen oder in einzelnen Gliedern Action hervorbringen, und so die Batterie bald mit voller, bald mit geschwächter Kraft in Wirkung setzen.

10. Die Batterien $a = x\,(SZH$, $b = x\,(ZSH)$, und $c = x\,(HSZH)$ werden sich bald mehr, bald weniger wirksam zeigen, je nachdem man die einzelnen Glieder durch einen bessern oder schlechtern Leiter verbindet. Sie werden daher, wenn man dazu $L =$ reinem Alkohol nimmt, weniger wirk-

auch die einfache Kette, da Zuckungen, welche in: *Nerve Silberfläche, Silberfläche Muskel*, nie erschienen, sogleich bemerkbar wurden, wenn man ein reines Z an den Nerven schob. Die Silberfläche zeigte sich als Muskel-Armatur vorzüglich wirksam. *R.*

*) Dafs es jedoch möglich wäre, in einer aus sehr vielen Lagen bestehenden Batterie auf diese Art einige Action zu erhalten, lehrt der Versuch *a*, S. 341, Anm. *R.*

ſam ſeyn, als wenn $L =$ Waſſer, und auch hier weniger, als wenn $L =$ Salzauflöſung geſetzt wird.*) Auch kann Metall in dieſe leitende Verbindung eintreten;**) die Action wird dadurch, ſelbſt bei einem gröſsern Umfange des Metalls, nie in bedeutendem Grade geſchwächt.***) Auch hier können wir den Grad der Action, wie in 9, nach Willkühr abändern.****) Die Batterie ſey

$$x\,(SZHML) + SZ.$$

Sie bleibt gleich activ, M werde $= S$ oder $= Z$ geſetzt. Ich entferne nun bei $M = Z$, L gänzlich;

*) Dieſer vorzüglichern Leitung verdankte die durch $x\,(HSZH)$ dargeſtellte Batterie, (S. 339, 8,) gewiſs nur den kleinſten Theil ihrer ſo vorzüglichen Wirkſamkeit. *R.*

**) Es verſteht ſich, unter den oben angeführten Bedingungen. *R.*

***) Daſs die Batterie $KH + x\,(KZH) + K$ ſtärker wirkt, als eine in der Form: $K + x\,(HKZHM)$ errichtete, weiſs ich aus vielfältiger Erfahrung. Daſs dieſes jedoch nicht der durch das Metall geſchwächten Leitung beizumeſſen ſey, läſst ſich aus dem, was S. 350 folg. bemerkt wird, ſchlieſsen. Daſs bei vertikalen Batterien ſich in $x\,(SZHMA) + SZ$ ſchwächere Action, als in $x\,(SZHA) + SZ$ findet, glaube ich zum Theil daher leiten zu müſſen, daſs bei dieſer Conſtruction, wegen des Drucks der Säule, A einen Theil von der in H befindlichen Feuchtigkeit in ſich aufnimmt, wodurch ſich die letztere Batterie $x\,(SZH) + SZ$ mehr oder weniger nähert. *R.*

****) Hauptſächlich in den folg. Formen *a* und *b*. *R.*

e Action der Säule iſt dadurch, (da in den Glie-
rn $HZSZH$ nichts bemerkbar werden kann,) ſo
f geſunken, daſs ſie nur der gleich iſt, welche die
ndglieder darbieten.

Um Ihre Geduld nicht zu ermüden, übergehe
h mehrere dieſen ähnliche Verſuche. Ein jeder
ird ſie ohne Schwierigkeit anſtellen und mit je-
es Mahl vorauszuſagendem Erfolge abändern kön-
en. Ich füge daher nur noch einen einzigen Ver-
ch dieſer Art bei.

11. Drei Batterien,

ie erſte $a = x(SZHML) + SZ$, mit Action $= y$,
ie zweite $b = x(HSZHMLM) + HSZH$, mit
Action $= y + z$,
ie dritte $c = x(SHZL) + SHZ$, mit Action $= o$,
urden in allen möglichen Combinationen durch
eiter verbunden. Hier fand ſich, daſs $a + b$ mit
$y + z$ wirkte; $a + c$ mit y, und $b + c$ mit $y + z$;
erner $a + b + c$ mit $2y + z$; endlich $b - a$ mit z.
s verhielt ſich nämlich c in jeder Verbindung als
infacher Leiter, ohne die Action zu vermindern oder
u erhöhen. Die Oxydation der Metalle fand ich, als
ch die drei Batterien aus einander nahm, bei weitem
icht im Verhältniſſe ihrer galvaniſchen Thätigkeit
erſchieden. Doch war in der That in b die ſtärkſte,
n a die ſchwächere, in c die ſchwächſte Oxydation
orhanden. War $L =$ reinem Alkohol, ſo fand
ch an den Metallen, da, wo ſie mit ihm in Berüh-
ung geweſen, nie eine Spur von Oxyd.

So habe ich Ihnen, was ich beobachtete, treu und aufrichtig erzählt, unbeſorgt, ob ſpätere Bemerkungen die frühern beſtätigen oder nicht, und ob ſie mit dieſer oder jener Meinung vereinbar ſeyn, oder ihr widerſprechen würden. Ich blicke noch einmahl zurück, und freue mich, Harmonie in der Ausſage ſämmtlicher Verſuche zu finden. Sie lehren uns: *daſs in Batterien, die aus zwei heterogenen Metallen M, m, und einer Flüſſigkeit H, in der Form MH + x (MmH) + m gebildet werden, allein HMmH für die Grundkette derſelben zu nehmen ſey*, indem ohne Contact der beiden Metalle gar keine galvaniſche Action vorhanden iſt, und dieſe Action ohne den an beiden Metallen befindlichen feuchten Leiter nicht bemerkbar, wahrſcheinlich auch nicht in ſo hohem Grade thätig iſt. Nun aber finden wir in dieſer Kette *HMmH* ſtets den Oxygenpol auf der Zinkſeite, und den Hydrogenpol auf der Silberſeite, und ein Grund, warum dieſes im Vielfachen dieſer Kette, in der nach obiger Form errichteten Batterie, anders ſeyn ſollte, lieſs ſich auf keine Art abſehn. Daher bleibt es unabänderlich feſtgeſetzt: *daſs ſich der Hydrogenpol am Silber,* (*als dem ſchwerer oxydirbaren,*) *der Oxygenpol am Zink,* (*als dem oxydirbarerern Metalle,*) *befindet, und daſs mithin Hydrogen- und Silberpol, ſo wie Oxygen- und Zinkpol als Synonyme gebraucht werden müſſen.*

Wie wird ſich aber mit dieſem allen die Erfahrung vereinigen laſſen, daſs ſich an der den Ritter-

fchen Batterien zur Unterlage dienenden Silber- oder Kupferplatte eine ftarke Oxydation findet, die man am Hydrogen-, als desoxygenirenden Pole, am wenigften in diefem Grade vermuthen durfte, und die Sie deshalb, als vom Oxygenpole übergeleitet, erklärten, *) und Böckmann **) und Gruner ***) anführten, um fie für x (SHZ) als Grundform zeugen zu laffen. Auch ich hatte bei dem vertrautern Umgange mit diefen Batterien daffelbe bemerkt, ohne jedoch zu ähnlichen Folgerungen dadurch beftimmt zu werden. Ich glaubte im Gegentheile, durch fie meine Vermuthung, *dafs die Electricität der Batterie hauptfächlich durch Vertheilung wirke,* beftätigt zu finden; eine Idee, die zuerft in mir entftand, als ich die an jeden Pol einer gefchlofsnen Batterie unabänderlich gefeffelte, unausgefetzt fortdauernde und unwiderruflich beftimmte Gasentwickelung betrachtete; als ich fah, dafs fie, zu mehrern Wafferfchichten übergeleitet, immer daffelbe Schema der Polarität beibehielt; ****) dafs die fo charakteriftifche, durch die Pole beftimmte Verfchiedenheit der Empfindung und ihre Fortdauer, für ein gleiches in der organifchen Schöpfung

*) *Annalen der Phyfik*, B. 8, S. 216 folg., Note **. R.

**) A. a. O., S. 140. R.

***) A. a. O., S. 216. R.

****) Man fehe z. B. die Ritterfchen Verfuche in Voigt's *Magazin*, B. 2, S. 386 folg. R.

ſprach,*) und daſs ſich nirgends etwas vorfand, was die Vereinigung eines + und — hätte andeuten können.**) Doch hier konnte Wahrſcheinlichkeit nicht genügen; es kam auf Gewiſsheit an, und woher dieſe nehmen? Von der Quelle derſelben, von der Natur ſelbſt. Hier, was ſie mich lehrte.

12. Die Silber-Zink-Batterie 39 $(SZH) + SZ$ wurde, in zwei gleiche Schenkel *a*, *b* getheilt, auf dem Batteriegeſtelle errichtet, $a = 20\ (SZH)$ und $b = 20\ (ZSH)$, und ſowohl das untere *S* von *a* mit dem untern *Z* von *b*, als auch das auf dem obern Pole beider Schenkel liegende *H* durch Glasröhren mit feinen Silberdrähten verbunden. Die Gasentwickelung ging in beiden Röhren nach dem bekannten Geſetze vor ſich. Die an *S* und *Z* liegenden Drähte zeigten keine Spur von Oxydation. An den obern auf *H*, (= ſalznaſſer Pappe,) aufliegenden Drähten bemerkte ich Folgendes: Der Draht, der auf dem den Schenkel *a* ſchlieſsenden, den Oxygenpol repräſentirenden *H* lag, zeigte ſich, ſo weit er ſich auf *H* und überhaupt auſser dem Waſſer der Röhre

*) S. Ritter a. a. O., S. 361 folg., 561 folg. *R.*

**) Das Agens der Batterie = Electricität zu ſetzen, und von dem Phänomen der Oxygenation und Hydrogenation auf gleiche Grade der poſitiven und negativen Electricität zu ſchlieſsen, dazu berechtigen uns die durch Ritter aufgeſtellten Thatſachen. (*Annalen der Phyſik*, B. 8, S. 209 folg., 386 folg. — Voigt's *Magazin*, B. 3, S. 495 folg. — *Annalen der Phyſik*, B. 9, S. 1 folg.) *R.*

befand, ohne die mindeste Spur von Oxyd. Erst da, wo er in dieses Wasser trat, konnte man einen schwarzen ungefähr eine Linie breiten Streifen bemerken; hinter diesem erschien er wieder in vollem metallischen Glanze, bis er von seiner Spitze aus aufs neue sich zu schwärzen begann. *) Dagegen war der Hydrogendraht, so weit er sich auf *b*, (auf dem *H* des Silberpols,) befand, schwarz oxydirt, von da aber metallisch-rein; nur ein einziges Streifchen Oxyd (?) glaubte ich unweit seines Eintritts in das Wasser der Röhre zu bemerken; von seiner Spitze erhob sich das Wasserstoffgas in gewöhnlicher Menge. — Verbindet man beide Schenkel statt durch einen Gasapparat durch einen Silberdraht, so erhält man gleiche Resultate, nur dass, wie natürlich, die Gasentwickelung fehlen muss, und sich außer der auf *H* des Schenkels *b* gelegenen Stelle kein Oxyd findet. Ein gleiches geschieht, wenn *H* Pappe mit destillirtem Wasser, Salmiak- oder Kaliauflösung oder mit einer andern leitenden Flüssigkeit getränkt ist. Verbindet man durch ein leicht oxydirbares Metall, z. B. durch Zink, so ist der Erfolg weniger deutlich, da dieses sich überall oxydirt,

*) Man weiss, dass bei wirksamen Batterien der ganze in Wasser befindliche Theil dieses Drahtes sich mit Oxyd überzieht. Geschieht dieses, weil wegen der durch das Oxyd unterbrochenen Leitung die Sphären dieser Vertheilung den Ort verändern und sich einander nähern? *R.*

wo es die Flüssigkeit berührt. Dass man statt der Stäbe auch Platten, die man durch diese verbindet, wählen kann, glaube ich nicht erst erinnern zu dürfen. *)

13. Errichten Sie von Silber und Zink oder zwei diesen ähnlichen Metallen eine Batterie, und lassen Sie ein beliebiges, am besten, ein schwer oxydirbares, Metall die Verbindung zwischen den einzelnen Gliedern vermitteln, so dass daraus die Form x $(HSZHM) + HSZH$ entsteht. Sie werden jedes M allein oder doch in ungleich höherm Grade an der Fläche oxydirt finden, welche nach S oder nach dem diesem gleichen Metalle gekehrt ist.

14. Verbinden sie die beiden ungleichnamigen Pole einer activen zweischenkligen Batterie durch 3 bis 4 Zoll lange Stäbe eines leicht oxydirbaren Metalls, z. B. Zink, die genau auf einer horizontalen Glastafel aufliegen und an die Endplatten geschoben sind, mit einem gleichfalls genau an der Glastafel anliegenden frischen thierischen Organe, am besten mit einem noch lebhaft schlagenden Froschherzen, **) und lassen Sie die Kette so einige

*) Hierher gehören die schönen von Erman angestellten Versuche, in den *Annalen der Physik*, B. 8, S. 205 folg. *R.*

**) Es gelang mir, wenn die Batterie nicht zu stark war, am besten mit Kupfer-Zinn-Batterien, die Aurikel am Hydrogenpole 2½ Stunde länger pul-

Zeit, (15 bis 20 Minuten,) lang geſchloſſen. Sie werden nun auf der Glastafel unter dem Oxygenſtabe einen aus parallelen Längenfaſern beſtehenden, gleichſam lymphatiſchen Streifen finden; er fängt von dem Organe an, und erſtreckt ſich von da an dem Stabe hinauf; ſeine Länge iſt faſt der Hälfte des Stabes, (hier allein iſt dieſer oxydirt,) ſeine Breite der ganzen Breite des Stabes gleich. An dem Hydrogenſtabe zeigt ſich ein weit kürzerer, doch breiterer Streifen, ohne Oxyd. Beide ſind wie auf das Glas geleimt. Bringen Sie nun ein zweites, jenem gleiches Organ in die Kette, welches Sie durch einen gleichen Metallſtab mit dem erſtern verbinden, und Sie erhalten, wenn Sie das erſtere *a*, das zweite *b* nennen, in der Kette: *Hydrogenpol ZaZbZ Oxygenpol*, an *a* nach dem Hydrogenpole zu den kleinern Streifen; an dem *a* auf der andern Seite berührenden *Z* den längern Streifen, der von dieſem Stabe die Hälfte ſeiner Länge oxydirt; von da, bis nahe an *b* zeigt ſich nichts; das am Oxygenpole befindliche *Z* zeigt wieder den längern Streifen und iſt bis zur Hälfte oxydirt.

ſirend zu erhalten, als es bei der am Oxygenpole geſchah. An dieſer fand ſich, da, wo der Stab anlag, eine wahre *membrana ſpuria*; an jener eine weiſsgelbe, einer Excreſcenz ähnliche Erhöhung. Andere hierbei vorkommende Erſcheinungen, z. B. den durch die einzelnen Pole modificirten Tact und die Stärke der Pulſationen u. dergl., hoffe ich Ihnen ein andermahl mitzutheilen. R.

Doch, Sie werden mit mir gewiſs längſt bemerkt haben, daſs alle dieſe Erſcheinungen denen völlig gleichen, welche jede durch mehrere Gasapparate fortgeleitete Gasentwickelung darbietet. *) Ich glaube daher ein mehreres nicht hinzufügen zu dürfen, und eile, das Endreſultat von dem zu ziehen, was die Batterie auf unſre Frage, (S. 347,) uns hiernach antwortete. Es iſt folgendes: *Jeder Pol einer activen (geſchloſsnen) Kette wirkt* v e r t h e i l e n d *auf die ihn berührende leitende Flüſſigkeit.* Er wird, in ſo fern die Flüſſigkeit einer Oxygenation und Hydrogenation fähig iſt, als Oxygenpol, da, wo er ſie berührt, *Oxygen*, und an dem entgegengeſetzten Pole, als Hydrogenpol, *Hydrogen*, das Entgegengeſetzte vom Oxygen, geben. Er wird, in ſo fern dieſer Prozeſs mit dem electriſchen gleich laufend iſt, in jenem Falle erſt + *E*, dann — *E*; in dieſem erſt — *E*, dann + *E* zeigen, höchſt wahrſcheinlich beides in gleich hohem Grade. **)

Wie

*) Daſs ich dieſen Verſuch hier, wo ſein eigentlicher Platz nicht iſt, aufführte, geſchah, um nicht durch Erzählung deſſelben den Ideengang noch einmahl zu unterbrechen. Er zeigt, *daſs der galvaniſche Prozeſs unter gleicher Polarität in der organiſchen, wie in der unorganiſchen Natur fortgeleitet wird*, und in jedem Pole die Beſtimmungsgründe für alle übrige liegen. *R.*

) Vergl. **Ritter in den *Annalen der Phyſik*, B. 8, S. 452 folg. *R.*

Wie fruchtbar dieses für die Batterie und die Erklärung ihrer Wirkungsart seyn müsse, wird folgende Betrachtung lehren. Nehmen Sie einen beliebigen Theil der Batterie, $SH + x(SZH) + S$, oder für jetzt nur die zwei Glieder derselben $HSZHSZH$. In diesen wird hiernach Folgendes vorgehn: Da das untere H, an der an S liegenden Fläche, vermöge der Einwirkung von S Hydrogen giebt, (das wir aus obigen Gründen der Kürze wegen $= - E$ setzen wollen;) so muss es auf der entgegengesetzten Fläche $+ E$ geben. Das zweite H wird wegen der Action von Z an seiner Zläche $+ E$, an der entgegengesetzten, der S Fläche, E haben. Aber auch das zweite S wirkt auf dieses H, es müsste vermöge dieses auf der Sfläche noch einmahl E, auf der entgegengesetzten, (Zläche,) noch einmahl $+ E$ geben; so dass sich nun an dieser $2(+E)$, an jener $2(-E)$ finden. Gerade so enthält jeder Pol einer frühern Kette den homologen Bestimmungsgrund für den mit ihm ungleichnamigen Pol der folgenden Kette; so wird es möglich, dass, vermittelst der Flüssigkeit, immer eine Kette die Kraft der andern verstärken kann; und so können wir uns daher ein Bild von der eigenthümlichen Wirkungsart der Batterie verschaffen. — Leistet aber der feuchte Leiter ausserdem gar nichts? wird er nicht auf andere Art galvanische Action gründen und erhöhen? und wird z. B. der durch die Metalle eingeleitete Oxydations-Prozess nicht wiederum die Fä-

higkeit der Metalle, ihn zu begründen, erhöhen? *) Ich wage es nicht, hierüber zu entscheiden, so wenig als ich mir getraue, zu bestimmen, ob sich in den Metallen der Batterielagen mitgetheilte oder nur vertheilte Electricität vorfindet, **) wiewohl für ersteres Volta's Versuche am Duplicator, die Polarität des feuchten Leiters, und der oben, (S. 340, Anm. c und d,) angeführte Versuch zu sprechen scheinen.

Jede einzelne Kette hilft nicht bloss, auf die hier entwickelte Art, die Action der andern begründen, sondern als Glieder der Batterie liegt ihnen noch eine Pflicht auf, nämlich: die active Schliessung ihrer Gefährten als Leiter zu vermitteln; ein Geschäft, welches in Rücksicht jeder einzelnen Kette alle übrigen, die ihr zu beiden Seiten liegen, über sich neh-

*) Sollte wohl die in der Kette *HMh* vorhandene Action für so etwas sprechen? Auch hier bestimmt die Natur der Flüssigkeit den Erfolg. *R.*

**) Wird für letzteres der Versuch 14 stimmen? entscheidet Pfaff, (*Annalen*, B. 8, S. 230,) mit Recht dafür? — Dass sich Vertheilung allerdings an den die Pole verbindenden Metallen, wenn sie zugleich Flüssigkeit berühren, zeigt, ist unläugbar; ward sie aber erst von dieser hervorgebracht? sind sie die Reagentien für die in dieser gegenwärtigen Vertheilung? *R.*

. . So gelingt es endlich einer Summe positiver
en, durch wechselseitigen Beistand die Batterie,
Bild der in ewiger Wechselwirkung thätigen Na-
zu schaffen. Sie scheint geheimnissvoll, und —
s nicht; natürlich, dafs sie ihre Antworten nicht
m unberufenen Frager aufdringt. Ob auch ich
ler Anzahl dieser gehöre, mufs ich Ihrer Ent-
idung überlassen.

IV.

BEMERKUNGEN
über Leslie's Brief gegen Herschel, *)

von

Herrn Dr. Benzenberg
in Hamburg.

Der Verfasser dieser Briefe spricht in ihnen eine Art Kraftsprache, die für den Leser nicht angenehm ist, und behandelt seinen Stoff auf eine dieser Sprache angemessene Weise. — Statt auch nur sechs genaue Versuche, die mit den Herschelschen im Widerspruche stünden, anzuführen, giebt er uns in diesen Briefen nur Declamationen und einen *einzigen Versuch*, der, so wie Leslie ihn erzählt, *nicht das geringste beweist.*

Er wirft Herrn Herschel vor, dass seine Versuche *ohne Ueberlegung* unternommen und *ohne Vorsicht* ausgeführt sind. Am Ende des ersten Briefes räth er ihm, Bouguer's Optik und Lambert's Photometrie zu studiren.

Es ist empörend, einen Mann, wie Herschel, der sein langes ruhmvolles Leben der Naturkunde mit einer seltnen Beharrlichkeit gewidmet hat, auf eine solche Weise behandelt zu sehn. „Aber das ist der Gang der Welt," (sagt ein deutscher Schriftsteller,) „der gröfste Kopf kann seine schönsten

*) *Annalen*, B. 10, Jahrg. 1802, St. 1, S. 88.

Erfindungen nicht dem Widerspruche der plattesten Lippe entziehn.“ Wer in dem Grade leidenschaftlich spricht, wie Herr Leslie, dessen Worten kann man keinen grofsen Glauben beimessen. Und wenn man dieses nicht kann, kann man dann seinen Versuchen ein gröfseres Zutrauen schenken? Es würde unerklärbar seyn, warum der Herausgeber der Annalen von diesen Briefen mehr als eine summarische Anzeige gegeben hat, (da sie vielleicht diese kaum verdienen,) wenn er es nicht deswegen that, um zu zeigen, dafs auch aufserhalb Deutschland eine solche Renomisten-Sprache zu Zeiten gesprochen wird. *)

Die Declamationen, die uns Herr Leslie statt Versuche giebt, hier widerlegen zu wollen, würde ein undankbares Beginnen seyn, indem man dabei wenigstens drei Viertel seiner Versuche abschreiben müfste. Da Herschel's Entdeckungen so äuserst wichtig sind; da sie ein Mann gemacht hat, dessen Ruf über ganz Europa verbreitet ist; und da sie so leicht zu wiederhohlen sind; sollte man da

*) Dafs der Ton, der in den Briefen Leslie's gegen einen Mann wie Herschel angestimmt wird, Mifsbilligung verdient, darüber bin ich mit Hrn. Dr. Benzenberg völlig einig. Aber einestheils schien mir gerade dieser Ton dazu geeignet zu seyn, die ganze Sache mehr zur Sprache zu bringen, als es bis jetzt geschehn ist; anderntheils halte ich Leslie's Einwürfe nicht für so ganz unbedeutend, wie sie hier erscheinen. *d. H.*

nicht glauben dürfen, daſs ſie in Deutſchland, England, Frankreich und Italien von den berühmteſten Phyſikern angeſtellt und wiederhohlt seyn, und daſs innerhalb dreier Jahre ſo definitiv darüber entſchieden worden ſey, wie über irgend eine phyſikaliſche Aufgabe?

Die Irrthümer groſser Männer aufdecken, iſt verdienſtlich, — verdienſtlicher, wie die von kleinen, weil ſie gefährlicher ſind: aber nur kleine Männer thun dieſes in einem leidenſchaftlichen Tone. Es giebt eine Art, die Wahrheit zu ſagen, daſs ſie niemand glaubt. Herr Leslie hat dieſe Methode ſehr in ſeiner Gewalt. Daſs ihm Herſchel nicht antwortet, iſt natürlich.

Bis Herſchel's Verſuche hinlänglich wiederhohlt ſind, kann man ſich an folgende allgemeine Wahrheiten halten. Irren kann jeder, bei jeder Unterſuchung; aber im Reiche des Irrthums herrſcht unter den verſchiednen Irrthümern keine Einigkeit. Mit der Anzahl der Beobachtungen wächſt die Unwahrſcheinlichkeit des Irrthums. Herſchel hat zu viele und zu verſchiedne Verſuche angeſtellt, als daſs ſie ſich nicht hätten widerſprechen müſſen, wenn ſie falſch wären. — Wenn irgend jemand Gelegenheit hatte, die Logik des Scheins kennen zu lernen, ſo war es Herſchel bei der Entdeckung der Uranus- und Saturnusmonde. Hier war irren ungleich leichter.

Die Achtung, welche die Welt gegen Herſchel hat, wird dieſe Zeilen rechtfertigen und entſchuldigen.

Hamburg den 3ten Febr. 1802.

V.

EINIGE BEMERKUNGEN

über die wärmende Kraft der Sonnenstrahlen und die Zusammensetzung gefärbter Gläser zu Perspectiven, um die Sonne zu betrachten,

von

CARL WILHELM BÖCKMANN

Professor zu Carlsruhe.

Schon im Sommer des Jahrs 1798 stellte ich eine Reihe von Versuchen an, theils um die verschiednen Grade der Wärme zu bestimmen, welche gefärbte Stoffe bei dem nämlichen Sonnenlichte annehmen, theils um zu prüfen, welcher Unterschied in der Wärme der einzelnen Farbenstrahlen des durch das Prisma gespaltnen Sonnenlichts statt habe. Diese Versuche sind nicht nur in mein Tagebuch damahls aufgezeichnet worden, sondern es befinden sich auch mehrere Personen im hiesigen Publico, welche dieses bezeugen können.

Ich gebrauchte zu diesen Versuchen 2 sehr empfindliche und harmonirende chemische Thermometer; die Kugel des einen überzog ich nach und nach mit allerlei Arten von gefärbtem und so viel als möglich gleich dichtem Taffent, und setzte dann beide Thermometer den Sonnenstrahlen im Freien aus; wenn nun endlich beide nach einiger Zeit un-

veränderlich ſtehen blieben, ſo ſchrieb ich die Grade der Wärme, welche die Thermometer angaben, auf. Als Beiſpiele mögen folgende Beobachtungen dienen. Das unbedeckte Thermometer ſtand auf $25\frac{1}{2}$° R., das andere aber bedeckt

mit himmelblauem Taffent auf	$25\frac{1}{4}$° R.
mit ſchwefelgelbem	$24\frac{1}{2}$
mit hellgrünem	26
mit apfelgrünem	$26\frac{1}{4}$
mit roſenrothem	25
mit weiſsem	$24\frac{1}{4}$
mit ſchwarzem	$27\frac{1}{4}$

Da ich mich indeſſen bald überzeugte, daſs dieſe Verſuche ihrer Natur nach zu unvollkommen waren, um zu ſichern Reſultaten führen zu können, ſo kam ich ziemlich leicht auf die Idee, mit den einzelnen Farbenſtrahlen des Prisma ähnliche Verſuche zu unternehmen. Meine Abſicht war, 3 gleiche Thermometer anzuwenden. Eins davon ſollte dem freien Sonnenlichte ausgeſtellt werden; auf das zweite ſollten nach und nach die einzelnen Farbenſtrahlen gerichtet werden; und das dritte ſollte ſich dem zweiten zunächſt befinden, ohne daſs aber ein Farben- oder Lichtſtrahl darauf fallen könne.

Es ſchienen mir indeſſen nach einigen Verſuchen die gewöhnlichen Queckſilber-Thermometer noch nicht empfindlich genug zu ſolchen Verſuchen zu ſeyn, weshalb ich, ſo viel als möglich, correſpondirende Luftthermometer dazu gebrauchen wollte, die ich aber nicht ſogleich verfertigt bekommen konnte. — So kam ich inzwiſchen von dieſen Ver-

uchen ab zu andern, mich gewissermaſsen mehr
ıtereſſirenden Arbeiten, und bin noch nicht wie-
er zu denſelben zurückgekehrt. — Wahrſcheinlich
ätte ich ſchon damahls Reſultate gefunden, die
ıit den ſchönen Verſuchen des Herrn Herſchel,
Annalen der Phyſik, 1801, St. 2, S. 137,) über-
inſtimmend geweſen wären.

Herr Herſchel ward übrigens zu dieſer Reihe
on Verſuchen vorzüglich dadurch veranlaſst, daſs
r für ſeine gröſsern Teleſkope Bedeckungsgläſer
ünſchte, um die Sonne gehörig betrachten zu kön-
en. Mein Vater hat ſchon vor 16 Jahren ſich ei-
e ſolche ſehr brauchbare Bedeckung aus vier ge-
ärbten Gläſern zuſammengeſetzt, welche man vor
as Okularglas ſchrauben kann. Die Sonne er-
cheint in einer Farbe wie Nachts der Mond, und
ie etwanigen Flecken ſind durch ihre Schwärze
vohl zu unterſcheiden. Dem Auge thut dieſes
veiſsliche Licht nicht weh, und greift daſſelbe
uch nicht an. Da es vielleicht manchem, der ſich
nit Sonnenbeobachtungen abgiebt, angenehm ſeyn
lürfte, ſich dergleichen Vorrichtungen anzuſchaf-
en, ſo theile ich hier mit Vergnügen eine genauere
Beſchreibung davon mit.

Es liegen nämlich vier Glasſcheiben über einan-
ler, eine *hellviolette*, eine *hellgrüne*, eine *dunkel-
grüne*, und eine *dunkelblaue*.

Durch das *hellviolette* Glas kann man, wenn es
auch dicht auf einer gedruckten Schrift aufliegt,
olche doch genau und ohne Anſtrengung leſen;

das *hellgrüne* ist noch etwas durchsichtiger. Durch das *dunkelgrüne* kann man nur mit Mühe die Buchstaben erkennen. Das *dunkelblaue* Glas ist am undurchsichtigsten; man sieht zwar, wenn es die Schrift berührt, noch eine Spur davon, sie ist aber nicht mehr lesbar. Hält man hingegen dieses Glas mehr vor das Auge, und die Schrift in einiger Entfernung davon, so läſst sich diese ganz deutlich erkennen. Es liegen diese Gläser in folgender Ordnung auf einander: zunächst dem Auge ist das hellgrüne, dann kömmt das dunkelblaue, dann das dunkelgrüne, und endlich das hellviolette; sie können jedoch auch nach einer andern Ordnung auf einander folgen. Hält man diese so verbundnen Gläser so nahe als möglich vor das Auge, so kann man bei Tage kaum noch einige weiſse erleuchtete Wolken, weiſs angestrichne Häuser u. s. w. von andern dunkeln Gegenständen unterscheiden.

VI.

BEOBACHTUNGEN
über die Entfärbung und Wiederfärbung des Berlinerblau,
vom
Bürger DESMORTIERS. *)

Es hatte jemand zum Verkaufe eine beträchtliche Menge dieses Färbestoffs mit Ruſs und Nuſsöhl eingerührt, und einige Zoll hoch mit Waſſer bedeckt. Nach einiger Zeit fand er ihn, die Oberfläche ausgenommen, völlig weiſs. An der Luft gerührt, bekam er ſeine ſchöne Farbe wieder; mit Oehl bedeckt verlor ſie ſich aufs neue. Dieſes Factum war die Veranlaſſung der folgenden Unterſuchungen.

Es ſcheint zuerſt unwahrſcheinlich, daſs das *Oehl* die Urſach der Entfärbung ſeyn könne: denn da die fetten Oehle bei ihrer Zerſetzung eine eigenthümliche Säure, aber kein Alkali geben, und nur die reinen Alkalien das Berlinerblau entfärben, die Säuren aber keine Wirkung darauf äuſsern; ſo kann auch das Oehl ſchwerlich dieſe Wirkung haben. **)

*) *Recherches ſur la décoloration ſpontanée du bleu de Pruſſe, par B. Désmortiers*, Paris 1801, 32 p., ausgezogen von L. A. von Arnim.

**) Es braucht kaum bemerkt zu werden, daſs hier faſt ſo viel Willkührlichkeiten als Worte zuſammengeſtellt ſind. 1. Die Oehle leiden durch Auf-

Es ſcheint, der Grund liege in der Verdichtung des Pigments durch das Austrocknen, wobei die Molekülen des Ruſses und des Oehls, die vorher durch das Berlinerblau verſteckt waren, ſtärker hervortreten.

1. In zwei luftleere Recipienten, von denen der eine mit einer ſchwarzen Decke belegt, der andere frei, aber nicht in der Sonne ſtand, wurden Stücke Holz, welche mit dem entfärbten Berlinerblau überzogen waren, gelegt; beide Stücke wurden blau, doch früher in dieſem als in jenem. — 2. Ein dritter ebenfalls luftleerer Recipient zeigte ſchon nach 7 Minuten die vollkommenſte Färbung des Holzes, während der nicht in der Sonne ſtehende, aber unbedeckte, 1 Stunde brauchte, und immer nicht ſo ſchön wie jener färbte. Das Thermometer ſtand in der Sonne auf 26° R. — 3. Dem Feuer wurde ein ähnliches Stück Holz genähert, und die Farbe erſchien noch ſchneller als an der Sonne. — 4. Um zu wiſſen, ob dieſe Wirkung der

nahme von Sauerſtoff eine Veränderung, ohne in Säuren verwandelt zu werden; 2. das blauſaure Eiſen wird nicht allein durch Alkalien und Zerſetzung entfärbt, ſondern bei einem geringern Grade der Oxydation erſcheint es ebenfalls weiſs. Die Erklärung der ſich ganz darauf gründenden Erſcheinung geht daraus klar hervor, und die ganze Unterſuchung würde vielleicht unnütz ſcheinen, wenn ſie nicht durch die Beobachtung der Einwirkung des Lichts intereſſant würde. *A.*

Wärme zuzuſchreiben ſey, wurde der Topf mit
der weiſsen Farbe in einem kupfernen verdeckten
Gefäſse während dreier Stunden der Wärme ausge-
ſetzt; aber ſelbſt die blaue Oberfläche war ver-
ſchwunden, und alles hatte ſich etwas gräulich und
gelblich gefärbt. Nachher, als man die Farbe auf
einem Papiere ausbreitete, wurde ſie langſamer, als
vorher, blau. — 5. Völlig im Dunkeln wurde das
Pigment von 8 Uhr 45 Minuten Abends bis 11 Uhr
gerieben, und nahm die vollkommenſte blaue Farbe
an. — 5. Der Färbeſtoff wurde auf braunem, (*puce*,)
lilafarbigem, grünem und gelb marmorirtem Papiere
ausgebreitet, (die beiden erſtern waren Zuckerpapie-
re, das letzte gewöhnliches.) Alle dieſe Papiere wur-
den gleichmäſsig der Luft und Sonne ausgeſetzt; nach
18 Minuten war die Farbe auf dem braunen Papiere
ſchon ziemlich ſtark, nach 50 Minuten hatte ſie ihre
gröſste Stärke erreicht, während deſſen die lila-
und weiſsfarbigen Papierſtücke einander faſt gleich,
aber ſchwach, das grüne etwas mehr, das marmo-
rirte ſchwächer gefärbt war. Nach 1½ Stunden wur-
den das lilafarbige und weiſse, und nach 3½ das grüne
und marmorirte völlig gefärbt. Als man ſowohl
das braune wie das marmorirte Papier, jenes auf
einem marmorirten, dieſes auf braunem Papiere
liegend, mit der weiſsen Farbe bedeckte, erſchie-
nen die Farben faſt zu gleicher Zeit.

Aus dieſen Beobachtungen läſst ſich folgern,
1. daſs die Entfärbung des Berlinerblau keiner
Zerſetzung des Oehls, ſondern einer Aenderung

der Oberflächen bei dem Austrocknen der Materie zuzuschreiben ist. — 2. Daſs weder die Luft überhaupt, noch einer ihrer Beſtandtheile, zur Wiedererzeugung der Farbe nöthig iſt, weil ſie ſich im luftleeren Raume wie in der Luft wieder herſtellt. — 3. Daſs Wärme ohne Luſt dieſe Wiederherſtellung der Farbe eher verhindert, als befördert. — 4. Daſs die innere Bewegung der Theile, wie ſie auch hervorgebracht werde, und die Wirkung des Lichts zur Herſtellung der Farbe hinreichen, und deſto ſchneller wirken, je ſtärker die Bewegung oder das Licht iſt.

Zuſatz.

Der luftleere Raum, als ein mit Waſſerdämpfen gefüllter Raum betrachtet, giebt auch hier wiederum eine ſehr leichte Erklärung über die Färbung des weiſsen blauſauren Eiſen-Oxydules darin.

Ausgezeichnet ſcheint beim erſten Anblicke die Wirkung des Lichts zu ſeyn, die Oxydation eines Stoffs zu befördern; aber übereinſtimmender mit den bekannten Erfahrungen, wenn man bemerkt, daſs die Hitze des Küchenfeuers, deſſen leuchtende Kraft gegen die der Sonne unbedeutend klein iſt, ſtärker wirkt, als Sonnenlicht, (Verſ. 3,) und dieſes daher wahrſcheinlich nur, in ſo fern es wärmt, die Färbung des Pigments befördert. Der vierte Verſuch kann hiergegen nicht ſtreiten, da ſeine Bedingungen ſehr verſchieden ſind. Es war hier keine dünne Oberfläche, von der das Oehl in der Wärme ſchnell verdunſten konnte, wie in Verſuch 1 bis 3, ſondern die ganze mit Oehl verbundne Maſſe im Topfe; bildeten ſich hier Oehldämpfe, ſo waren ſie hinlänglich, die Oberfläche wieder zu entfärben.

Die ganze Wichtigkeit des Versuchs über die Ein-
rkung des Lichts auf gleich gefärbte Oberflächen,
ren Unterlage verschieden ist, scheint der Verfasser
cht bemerkt zu haben. Ich hoffe sie bei Gelegen-
it einiger Versuche über eine merkwürdige Rela-
on *der strahlenden Wärme zu farbigen Flächen*, ganz mit
asschluss der Lichtwirkung erklären zu können.

L. A. v. A.

VII.

uszüge aus Briefen an den Herausgeber.

1. *Von Hrn. Dr. J. C. L. Reinhold.*

Leipzig den 3ten Febr. 1802.

— — Die in den *Annalen*, B. 10, Heft 1, enthalt-
en Versuche des Hrn. Prof. Erman über die ele-
roskopischen Phänomene am Gasapparate der Vol-
ischen Säule haben mich sehr erfreut; sie sind genau,
hön, vollständig, und, bis auf einige wenige, über-
ugend. Sie interessiren mich doppelt, da sie meh-
ere meiner Aeusserungen in dem Ihnen schon frü-
er mitgetheilten Aufsatze bestätigen. Dass Volta,
itter und ich zu gleicher Zeit, unabhängig von
inander, die Batterie aus fast gleichem Gesichts-
unkte ansahen, beruhigt mich ungemein, so unruhig
h auch war, ehe ich mir eine befriedigende Er-
klärung von derselben geben konnte. *Ich selbst*
ufste sie mir geben, da, ich gestehe es aufrichtig,
lles, was andere, außer den genannten Gelehr-
en, hierüber äußerten, mich nicht befriedigte. Bis
ahin experimentire ich unzufrieden mit mir selbst,

da ich täglich mit etwas umging, das ich nicht kannte. Doch glaube ich, ist auch jetzt noch nicht alles in dieser Hinsicht geschehn; ich erwarte von Volta's Aufsatze und Ritter's Beiträgen viel; bis diese erschienen sind, glaube ich schweigen zu müssen; finde ich es dann noch der Mühe werth, meine Ideen bekannt zu machen, so bin ich so frei, sie Ihnen für die Annalen zu übersenden. Doch lassen mich die Gründlichkeit und der Scharfsinn dieser so achtungswerthen Männer voraussehn, dass, da wir übrigens bis jetzt so übereinstimmend dachten, ich dessen überhoben bleiben werde. Dieses soll mich desto mehr freuen, da ich manches andere, wie ich hoffe, nicht uninteressante über Galvanismus Ihnen mitzutheilen habe. Nächstens erhalten Sie einiges über die Wirkungen der Batterie auf thierische Organe und Flüssigkeiten überhaupt, insbesondere auf Organe und Flüssigkeiten des Menschen im gesunden und kranken Zustande. Ich hatte hierbei schon im März vorigen Jahres mehreres über Adhäsion, Attraction, Polarität u. s. w. beobachtet, und freuete mich daher, dasselbe von Ritter und andern auch in der anorganischen Natur wieder gefunden zu sehn; so sehr dasselbe auch vorher schon mir einleuchtete, da die *Materie* überall denselben Gesetzen gehorchen muss. — Dass Erman, in seinen Versuchen, die Polarität des zwischen den Batteriedrähten im Gasapparate enthaltnen Wassers beitätigt, wird, wie ich hoffe, mich gleichfalls mancher Erörterungen und Beweise meiner

ner vorgetragenen Ideen und mancher dahin gehörigen Verſuche überheben.

---

2. *Von Hrn. Prof. C. W. Böckmann.*

Carlsruhe den 10ten Febr. 1802.

— — Sie erhalten hier für die *Annalen* die *Fortſetzung meiner Bemerkungen und Verſuche, Volta's electriſche Säule betreffend*, worin Sie unter andern meine Erklärung über Ritter's Benennungen der Endpole, eine Wiederhohlung von Davy's Verſuchen, und manches über Dendritenbildungen finden werden. — Zugleich lege ich *einige vorläufige Bemerkungen über Parrot's Theorie der Verdunſtung und Niederſchlagung des Waſſers in der Atmoſphäre* bei. (Vergl. S. 167.) Ich habe dieſe Theorie mit vielem Intereſſe geleſen, und mich gefreut, wie ſo ſchön ſie auf ſo viele Erſcheinungen paſst und ſie erklärt. Parrot's Verſuche ſind meines Erachtens aber noch nicht hinreichend, um die Richtigkeit der Hypotheſe hinlänglich zu begründen. Ich ſtehe eben im Begriffe, ſie zu wiederhohlen und abzuändern.

Schon ſeit verfloſsnem Sommer lieſs ich hier ein *Leslieſches Hygrometer* und *Photometer* verfertigen, und habe, beſonders mit letzterm, mehrere Verſuche angeſtellt, welche die auſserordentliche Senſibilität deſſelben beſtätigen. Ich lieſs die Röhren länger machen, als Leslie vorſchreibt, ſo daſs dieſes Inſtrument beinahe 10 franz. Zoll hoch iſt.

Stelle ich es aus dem Tageslichte in das Sonnenlicht, so fällt die Flüssigkeit um 5—6 Zoll. Es zeigt die Unterschiede der Sonnenstärke bei dunkelblauem und blaſsblauem Himmel, die durch Wolken hervorgebrachte stärkere oder schwächere Erleuchtung u. s. w. vortrefflich an, und wird durch die Flamme eines gemeinen Talglichts schon in der Entfernung von 1 Fuſs afficirt. Ungeachtet wir einen sehr geschickten Glasbläser besitzen, gelang es mir doch bisher noch nicht, dergleichen correspondirende Photometer von groſser Genauigkeit zu erhalten; allein ich gebe die Hoffnung nicht auf: so bald es mir geglückt ist, werde ich meine entworfnen und bereits angefangnen Versuche fortsetzen. In jedem Falle ist ein solches Photometer, auch wenn sie nicht mit einander correspondiren, immer von groſsem Vortheile für den praktischen Physiker.

Auf den Ausgang der schönen Versuche des Hrn. Prof. Simon mit seinen groſsen Voltaischen Säulen bin ich nicht wenig begierig. Wären diese Arbeiten nicht in so geschickten Händen, so würden auch wir uns hier eine solche Säule von 50 Lagen verfertigen lassen, ungeachtet sie auf 100 bis 150 Fl. zu stehen kommen dürfte. Zur Probe habe ich eine viereckige Platte von 8 Zoll aus Zink gieſsen lassen, welche 1 Pf. 28 Loth wiegt.

Für unser fürstl. Cabinett sind mehrere Instrumente von Dumotier in Paris bestellt, welche, aber noch immer vergeblich, schon seit $\frac{1}{2}$ Jahr erwartet werden.

Ich muſs Ihnen hier doch noch eine ſonderbare, vielleicht galvaniſche Erſcheinung mittheilen, die ich neulich beobachtet habe. Ich bereitete in einem Kolben von weiſsem Glaſe, der in einem Sandbade ſtand, eine *Goldauflöſung* von einem Kaiſerdukaten durch ſalpeterſaure Salzſäure. Da die Auflöſung durch den Dukaten noch nicht völlig geſättigt war, warf ich Stückchen Golddraht hinzu. Als ſie faſt völlig geſättigt war, ſtieg an dem 2 Zoll langen Golddrahte, bloſs an beiden Enden, eine groſse Menge Gasbläschen auf; ſonſt nirgends. Der Draht lag auf dem Boden des Glaskolbens; und in der Mitte deſſelben ein weiſses Oxyd, wahrſcheinlich ſalzſaures Silber, das aber nur 3 bis 4 Linien im Durchmeſſer hatte und hier den Golddraht bedeckte; der übrige Theil dieſes Drahts ſchien gar nicht oxydirt zu ſeyn, und dennoch gaben ſeine Spitzen, gleichſam wie Pole, Gas. Ob nun dieſes wirklich durch galvaniſche Wirkung geſchah, werde ich bei nächſter Gelegenheit weiter unterſuchen.

Unſre hieſigen und benachbarten *Aerzte* fangen an ſich eifrig mit dem Galvanismus in mediciniſcher Hinſicht zu beſchäftigen. Unſer Fürſt, der Wiſſenſchaften und Künſte nach Möglichkeit zu unterſtützen ſtrebt, hat in unſerm hieſigen Hoſpitale eine vollſtändige Zink-Silber-Säule von 100 Lagen geſtiftet, damit unter der Aufſicht der Vorſteher Verſuche an Kranken angeſtellt werden.

Seit dem October beobachtete ich täglich die Sonne, wenn es anders die anhaltend trübe Witte-

rung gestattete. Ich fand immer mehrere Hauptgruppen von *Sonnenflecken*, die zusammengenommen oft aus 30 bis 40 einzelnen kleinen Flecken bestanden. Nur am 3ten Nov. sah ich die Sonne ganz rein.

Wir hatten diesen Winter die *gröfste Kälte* am 17ten Febr. Morgens 5 Uhr = — 19,5° R. Ausserhalb der Stadt und in der Nachbarschaft von 15 bis 20 Stunden wollen einige — 20 und — 21° beobachtet haben.

---

3. *Von Hrn. Regierungs-Referendar. Müller.*

Brieg im Nov. 1801.

— — Meinen Vorsatz, eine grofse Voltaische Säule in Breslau zu erbauen, (*Annalen*, VII, 134,) habe ich zwar aufgeben müssen, mir hier aber Säulen von 50 bis 70 Plattenpaaren angeschafft, deren Bauart ich es zuschreiben zu müssen glaube, dass ich 3 bis 4 Tage lang, (und selbst, wenn sie keine merkliche Erschütterung mehr giebt,) Funken aus ihr erhalte, und dass die Wasserzersetzungen in ihr über eine Woche anhalten. Mein Gestell ist von Holz. Innerhalb der 3 Säulen desselben befinden sich 6 blauseidene Schnüre, die durch das obere und untere Brett des Gestelles gehn und stark angespannt werden. Zwischen ihnen baue ich die Säule auf. Die Platten der aufgerichteten Säule stofsen weder an diese Schnüre, noch an die noch weiter von ihnen entfernten hölzernen Säulen an; die Säule erhält

ihre Haltung dadurch, dafs die untere und jede 10te Platte mit 3 Oehren und mit blauſeidenen Schnüren verſehn ſind, die an die hölzernen mit Schraubengängen verſehenen Säulen befeſtigt werden. (Vergl. *Annalen*, VII, 188.) Dadurch, dafs ich ſie etwas herabwärts ziehe und anſpanne, habe ich es in meiner Gewalt, den Platten einen ſolchen Druck zu geben, dafs die Flüſſigkeit in den Tuchſcheiben zwar ſichtbar wird, aber nicht herabflieſsen kann. Die unterſte Platte ruht zur Iſolirung auf einem umgeſtürzten gläſernen Becher.

Bei der *Waſſerzerſetzung* ſind mir zwei ſonderbare Fälle vorgekommen. Eine gläſerne 8 Zoll lange Röhre von $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmeſſer, in deren Mitte die ſilbernen Drähte $\frac{1}{4}$ Zoll von einander abſtanden, war an ihren Enden vor dem Löthrohre zugeſchmolzen, und die nur ſehr kleine Ritze um die durchgehenden Drähte herum, mit Lack völlig luft- und waſſerdicht verſchloſſen worden. Als ich dieſen Gasapparat in die Kette einer Säule brachte, die eben erſt war errichtet worden, ging die Waſſerzerſetzung viel langſamer vor ſich, als in einer eben dergleichen Röhre, die an ihrem untern Ende nicht verſchloſſen war; die Geſchwindigkeit der Zerſetzung nahm immer mehr und mehr ab, und hörte endlich ganz auf, als 1 Zoll Gas ſich erzeugt hatte, ungeachtet in jeder andern Röhre, deren unteres Ende offen war, die Zerſetzung mit voller Lebhaftigkeit fortdauerte. Während des Verſuchs bemerkte ich ein feines Durchſickern des Waſſers durch

den Lack des obern Endes. Ich habe dieſen Verſuch ſchon einigemahl mit gleichem Erfolge angeſtellt, und will ihn mittelſt anderer Vorkehrungen noch weiter verfolgen. (Vergl. oben S. 298.) — Bei einer ähnlichen Röhre, deren oberes Ende auf dieſelbe Art luft- und waſſerdicht, deren unteres aber nur mit einem Korkſtöpſel verſchloſſen war, hörte ich, als das Waſſer nur ungefähr noch 7 Linien über die Endſpitze des obern Drahts reichte, einen Klang, der ganz dem ähnlich war, den das Verbrennen des Waſſerſtoffgas unter einer Glocke giebt. Dieſes Phänomen habe ich bis jetzt nur Einmahl wahrgenommen.

Noch ſchöner, als mittelſt der Kohle oder der Lichtflamme, zeigten ſich mir die *Funken*, wenn ich auf ein iſolirendes Geſtell ein Stück Reiſsblei auf den einen Draht legte, und es mit dem andern, den ich mittelſt einer iſolirenden Zange gefaſst hatte, berührte. Oft verbreiteten die Funken einen weiten Glanz um ſich, wie einen Blitz. Bald ſah ich ſie an der Spitze des einen, bald an der des andern Drahtes, zuweilen auch in demſelben Augenblicke an beiden zugleich. Wonach ſich dieſe Verſchiedenheit in ihrer Erſcheinung richtet, dazu habe ich bis jetzt, aller Mühe ungeachtet, noch nicht die Regel ausfindig machen können.

Die von *Ritter* angeſtellten Verſuche, aus denen die Identität des Galvanismus mit der Electricität hervorgeht, ſind mir meiſt gelungen. Durch die ſich beſtändig gleich bleibende Erfahrung, daſs,

wenn man beide Drähte in eine Lichtflamme hält, ſich nur an den des Zinks die Ruſstheilchen, wie Eiſen - Feilſpäne an den Magneten, in Bart - Geſtalt anſetzen, und wenn man ihn bis zur Schlagweite dem andern Drahte nähert, ſich ſogleich niederlegen; wird, nach meiner Meinung, die Behauptung des Bürgers Lehot, (*Annalen*, IX, 188,) daſs bei dem galvaniſchen Prozeſſe ein Strom obwalte, deſſen Richtung nach der überwiegenden Gewalt hinſtröme, auch bei der Voltaiſchen Säule beſtätigt. Vom Silber geht der Strom nach dem ſich leichter oxydirenden Zinke hin; da er aus deſſen Drahte in der Wirkungs - Atmoſphäre des Silbers heraus, und in den des letztern einzuſtrömen ſucht, ſo bringt er die an ihm befindlichen Ruſstheilchen beim Ausſtrömen in Borſten - Geſtalt, welches Phänomen beim geſchehnen Uebergange ſogleich verſchwindet und beim Einſtrömen ſich nicht zeigen kann.

Bei meinen mit *eben erſt getödteten Thieren* angeſtellten Verſuchen habe ich jederzeit gefunden, daſs, wenn man Muskel- oder Medullar - Subſtanz mit beiden Drähten berührt, ſogleich an beiden Punkten Schaumbläschen entſtehn, die durch ihren ſauren und alkaliſchen Geſchmack offenbar von einer augenblicklichen Zerſetzung dieſer Subſtanzen zeugen. Bei Thieren, die ſchon mehrere Stunden vorher getödtet worden, zeigte ſich dieſe Erſcheinung nicht. Der Verſuch ſcheint mir die Anwendung der Säule gegen die Taubheit bedenklich zu machen.

4. *Von Hrn. C. F. Grashof.*

Im September 1801.

— — Ich habe einige Versuche über das Minimum der Wirksamkeit einer Säule bei verschiednen Feuchtigkeiten in Hinsicht der Wasserzersetzung angestellt. Die Glasröhre, deren ich mich dazu gewissermaßsen als Galvanoskop bediente, hatte 2 Zoll Länge und 2 Linien im innern Durchmesser. Die Kupferdrähte von der Dicke $\frac{1}{4}$ Linie standen 2 Linien von einander ab. Das letzte Glied jeder Kette schob ich bloss zwischen die Metallplatten der Säule, so dass ich dadurch so viel oder so wenig Lagen in der grössten Schnelligkeit verbinden konnte, als ich nur wollte; denn die Lagen über oder unter der Kette haben auf die Wirksamkeit derselben keinen Einfluss. Die Resultate einiger Versuche dieser Art waren folgende: Waren die Tuchplatten mit *salzsaurem Ammoniak*, mit welchem das Wasser saturirt wurde, getränkt, so erhielt ich bei einer Temperatur von 15° R. schon bei 2 Lagen die ersten Spuren von Gas in kleinen, langsam auf einander folgenden Bläschen, die an der Spitze des Hydrogendrahts aufstiegen. (Vergl. *Annalen*, X, 249, Anm.) Beim *salzsauren Mineral-Alkali* zeigte sich diese Erscheinung bei 3 Lagen. (An einem etwas kühlen Vormittage war das Verhältniss 7 : 10; also ziemlich dasselbe.) *Destillirtes Wasser* gab mit ganz neuen Tuchscheiben selbst bei 40 Lagen nicht die geringsten Spuren von Gas.

Um indeſs z. B. bei 2 Lagen das Gas zu erhalten, durfte ich nicht gleich mit 2 Lagen anfangen, ſondern muſste von etwa 6 bis 7 Lagen langſam herunter gehen. — Ein nicht zu beträchtlicher Unterſchied in der Entfernung der beiden Drähte machte bei übrigens gleichen Umſtänden keinen Unterſchied. — War das Waſſer in der Röhre durch die beiden Korkſtöpſel comprimirt, ſo geſchah die Gasentwickelung ſchwerer und langſamer, als wenn von der Röhre etwa nur $\frac{2}{3}$ mit Waſſer gefüllt waren. — Die Lage der Säule ändert in dieſen Erſcheinungen nichts. Gab eine Säule das Minimum bei 3 Lagen, ſo that ſie es in horizontaler und ſchräger Richtung eben ſo gut, als in vertikaler. Wohl aber fand ich Herrn Steffens Bemerkung, (*Annal.*, VII, 523,) beſtätigt, daſs die der Säule conforme Richtung der Drähte die thätigſte iſt.

Schon bei wenigen Lagen über das Minimum bemerkte ich bald die Entſtehung der Säure auf der Zink-, des Alkali auf der Kupferſeite. Ich brachte an jedem Pfropfe ein Blättchen Lackmus- und Curcumapapier an. An dem Drahte vom Kupfer wurde das letztere braun gefärbt, das erſtere blieb unverändert. Auf der andern Seite war es gerade umgekehrt.

---

5. *Von Herrn Maréchaux, Pred. der franz. wallon. Gemeinde zu Wesel.* *)

Wesel den 28sten Jan. 1802.

Es wird dem galvanisirenden Publicum nicht unangenehm seyn, durch Ihre Annalen vorläufig schon zu erfahren, dass ich das *Wasserblei* zu einer sehr beträchtlichen Batterie von ungefähr 300 Plattenpaaren angewandt und geprüft habe. Zu andern Versuchen dient mir ein besonderer *Galvanometer*, der schnell anspricht und sehr bestimmt die Kraft der Batterie angiebt. Die Resultate werde ich bekannt machen. — Ueber die Wirkung grösserer Flächen habe ich bestimmte Resultate, welche diese Sache entscheiden, indem meine Vergleichungsplatten von $1\frac{1}{4}$ Zoll, *zollweise*, bis zu 8 Zoll im Durchmesser wachsen. Bis hierher kann ich Fourcroy's Meinung und seinem Versuche in Ansehung grösserer Platten noch nicht beistimmen, da meine Versuche andere Resultate geben: doch hiervon, wenn ich von meiner ganzen Arbeit sprechen werde. — Mein Galvanometer hat mich in den Stand gesetzt, das Vermögen der verschiednen Stoffe, die in der galvanischen Batterie wirken können, genau zu bestimmen. Diese Arbeit hielt ich von besonderm Werthe.

*) Herausgeber der schätzbaren Zeitung für Naturforscher, die seit 1800 zu Wesel erscheint. *d. H.*

6. *Auszug zweier Schreiben des Herrn Prof. Ebeling an Hrn. Prof. Klügel in Halle.*

Hamburg den 22ften Dec. 1801.

Jetzt mache ich Verfuche mit dem Galvanismus für mein Gehör. Die in Eutin an Voffens fehr harthörigem Sohne, an einem 20jährigen Taubftummen, an einem 17jährigen, feit dem vierten Jahre völlig tauben Mädchen, an einem andern erwachfenen, fehr harthörigen, find in 14 Tagen faft entfcheidend gewefen; alle hören. Der Taubftumme fchreibt an feinen Lehrer: „ich lerne fort Rechnen und Schreiben, auch *lerne* ich jetzt *hören* bei Dr. Helwag.“ Sein Sprechen befchreibt mir Vofs fehr merkwürdig. In Glückftadt und in Jever find zwei Taubftumme, (der letzte in einer halben Stunde,) hörend geworden. Mein fchwerhöriger Bruder, der Arzt in Lüneburg, legte nur zwei verbundene Platten auf das hautentblöfste Fleifch hinter den Ohren; dies wirkte wie das ftärkfte Zugpflafter, und fo lange es anlag, hörte er fehr fcharf. Er wird die Verfuche fortfetzen. Ich habe alle Grapengiefserfchen Werkzeuge, verfuche aber erft äufserft gelinde. Meine Batterie ift von Zink und Letternmetall, wovon ich eine Säule von 20, aber keine von 30 Lagen aushalten kann. Diefe macht Schwindel, Blitze, und nimmt den Kopf fchwer ein.

Den 12ten Febr. 1802.

Von dem Galvanismus, den ich täglich eine Viertelftunde faft drei Wochen brauchte, habe ich die

Wirkung, daſs ich, was man mir deutlich ins beſſere Ohr ſagt, verſtehen kann, und das ſchlimme hört jetzt deutlich durch das Hörrohr; beides war ſonſt nicht. Ich habe harter Arbeiten wegen, und weil ich einen Fluſs an den Augenliedern mit Gerſtenkörnern bekam, die Cur ausgeſetzt.

In Jever iſt ein Apotheker, der alle Taube heilt, die *ſeine* Galvanismus-Cur aushalten können. Er hat ſo 10 Taube, worunter auch Taubſtumme, geheilt, aber er giebt gewaltige Schläge. Ein taubes Frauenzimmer ſchreibt an eine Freundin, daſs ſie dergleichen nicht aushalten könne. Durch Heftigkeit wird aber viel verdorben. Der Hofr. Helwag in Eutin hat gewöhnlich nur eine Säule von 30 Lagen im Gebrauche. In Wahren im Mecklenburgiſchen iſt ein Menſch, der in den Pocken in ſeiner Jugend das Gehör verlor, nach einer *halbjährigen* Cur geheilt. Alſo iſt die Meinung falſch, es müſſe gleich helfen oder helfe gar nicht.

---

7. *Aus einem Briefe des Herrn Profeſſors C. H. Wolke an den Herausgeber.*

Jever den 20ſten Jan. 1802.

Ich bin, mein lieber Profeſſor Gilbert, zum zweiten Mahle aus Petersburg in mein Vaterland zurückgekommen, und ſchreibe an Sie, um etwas für die von Ihnen herausgegebnen *Annalen d. Phyſik* mitzutheilen. Dürfte ich annehmen, daſs dazu auch Nachrichten von den Wirkungen der Erzie-

hung oder der Menſchenbildung gehörten; ſo würde ich vorläufig Ihnen allerlei Rühmliches von den guten Männern erzählen, welche ehemahls mit und nach Ihnen in dem reformatoriſchen Erziehungs-Inſtitute zu Deſſau belehrt und gebildet wurden, und die ich zum Theil zu Petersburg und auf meinen Reiſen durch verſchiedne Länder als Kriegs- oder Civil-Beamte, oder als Kaufleute mit Vergnügen wieder antraf. Dieſes würde den ehemahligen menſchenfreundlichen Beförderern des Deſſauiſchen Inſtituts gewiſs angenehm ſeyn, und dann auch manchen noch lebenden Widerſacher deſſelben ſanft belehren, daſs er zu der Zeit irrig geurtheilt, mit Unrecht einen noch nicht überall ausgelöſchten Eindruck auf das Publicum gemacht, und dadurch mich, nebſt den übrigen mitarbeitenden Männern, zu kränken geſucht habe. Ich ſtehe indeſs aus angeführter Urſache von dieſer Erzählung ab.

Dafür hier etwas von der merkwürdigen, in Jever durch Hrn. Apotheker S p r e n g e r ausgeübten Kunſt, den Taubſtummen durch die Galvaniſation den Sinn des Gehörs herzuſtellen; eine Kunſt, die ich *Voltaiſche*, (oder *Galvani-Voltaiſche*,) *Gehörgebekunſt*, (*ars Voltacuſtica*, *l'art Voltacuſtique*,) benennen möchte. *) Es giebt nun, (am 20ſten Januar,) ſchon acht Perſonen beiderlei Geſchlechts, und von 5 bis 30 Jahren, welche durch

*) Oder beſſer vielleicht *Voltaiſch-electriſche Gehörgebekunſt*. *d. H.*

diese höchst wohlthätige Gehörgebekunst beglückt sind. Es kommen aus der Nähe und der Ferne, aus Ostfriesland, dem Herzogthume Oldenburg u. s. w., immer mehr *Taubstumme* und *Harthörige* hier an; erstern wird fast ohne Ausnahme, von den letztern aber nur einigen geholfen. Seit meiner Ankunft in der Mitte des Decembers 1801 nehme ich fast täglich Theil an dem rührenden Schauspiele, das diese Unglücklichen gewähren, indem sie dem Empfange eines ihnen neuen und wichtigen Sinnes entgegensehen und dann allmählig dazu gelangen. Diejenigen, welche durch Umgang und Unterricht Begriffe erhalten haben, und den hohen Werth des Sinnes, der ihnen fehlt, zu schätzen wissen, werden von einem Schrecken ergriffen, der ihnen Todtenblässe verursacht, so bald zum ersten Mahle ein Schall in ihrem Kopfe ertönt. Wenn sie sich darauf erhohlen, so äufsern sie noch stark gerührt ihre Freude und Dankbarkeit, welches dann andere belehrt, was für und wie viel Vergnügen sie selbst bisher genossen und die Taubstummen entbehrten. Wie viel neuen Entdeckungen darf man jetzt entgegensehen! Ich will nur Eine vorläufig erwähnen. Die Gehörgebekunst bewirkt, dafs der Enttäubte anfangs nur dumpfe Töne hört, z. B. wenn man mit der Hand auf eine Schachtel oder auf ein Brett schlägt; aber wenn ein ihm naher Mann laut ruft, stark oder gellend schreit, oder wenn an eine Glocke oder auf einen ziemlich grofsen Mörser geschlagen wird, so hört er nichts davon. Diese Fähigkeit,

lie klingenden Töne und die menſchliche Stimme
:u hören, kömmt erſt ſtufenweiſe einige Tage her-
ıach.

Welch ein Leiden iſt es aber nicht für mich, zu
ɔemerken, daſs die meiſten Aeltern oder Verwand-
en der Gehörbeglückten ſo ganz ohne Kenntniſs
ind, und es ſo dumm anfangen, das Sprechen und
las Verſtehen des Geſprochnen zu lehren! So z. B.
vurde hier auf ſie eingefragt: „Kannſt du nu hören,
nïn leve Soen? Segge mi mâl, wat dat voer'n Stük
Jeld is, ſo ſgaſt du't ôk hàvven? Nu ſeg mi dog,
vovêl de Ur ſlagen hát.“ u. ſ. w. Ich fühle mich
ierdurch gedrungen, nächſtens eine Belehrung
nitzutheilen, wie die Gehörbeglückten, und über-
aupt alle junge Kinder, müſſen behandelt werden,
m ſie auf dem kürzeſten Wege oder auf eine ihrer
Natur gemäſse Weiſe zum Sprechen und Verſtehen
u bringen. Der Titel ſoll ſeyn: *Nachricht von
en zu Jever durch die Galvani-Voltaiſche Gehörge-
ekunſt beglückten Taubſtummen, nebſt Anweiſung,
ie die Gehörbeglückten ohne Zeitverluſt und auf die
:hicklichſte Weiſe zum Verſtehen und Sprechen, zum
eſen und Schreiben zu bringen ſind.* Könnte ich
n recht vielen Orten gegenwärtig ſeyn, wie ich es
ir die in Jever Beglückten und ihre Freunde bin,
, würde ich mündlichen Unterricht, der den ſchrift-
chen weit übertrifft, verſprechen.

Nachſchrift am 28ſten Jan.

Geſtern Morgen um zehn Uhr wurden die Kinder des Hrn. Siegert aus *Bremervörde*, eine Tochter von 14, und zwei Söhne von 16 und 24 Jahren, etwa 4 Minuten lang galvaniſirt; eine Stunde hernach zum zweiten Mahle eben ſo lange; und als durch eine Wunder- oder Zauberkraft zeigte ſich ſchon die wohlthätige Wirkung des Galvanismus. Alle drei hörten dumpfe Töne, nämlich Schläge, die man hinter ihrem Rücken auf eine Schachtel that, und deren verſchiedne Anzahl ſie mit den Fingern bemerkten. Der Vater zitterte und weinte dabei vor Freude; eine äuſserſt rührende Scene für Hrn. Sprenger, für mich und jedes fühlende Herz! Bloſs bei der Rückerinnerung rollen mir wieder Freudenthränen aus den Augen. Geſtern Abend um 7 Uhr nach der 4ten Galvaniſirung hörten alle die drei geweſenen Taubſtummen ſchon die klingenden Töne einer Wanduhr-Glocke, eines Weinglaſes, einer Flöte und Geige. Nach dem Abendeſſen wurde noch verſucht, ob ſie ſchon fähig wären, das leiſe Ticken einer Taſchenuhr zu vernehmen. Auch dies war ihnen hörbar, nicht nur, wenn man ihnen die Uhr ans Ohr, ſondern ſelbſt bis auf drei Zoll weit vom Ohre hielt.

Der Vater, ein ſehr umgänglicher und wohlunterrichteter Mann, verſichert, (und wird ſein Zeugniſs auch öffentlich wiederhohlen,) daſs dieſe ſeine drei Kinder von Geburt an bis zu ſeiner Ankunft in Jever ſind taub und ſtumm geweſen, ſo daſs ſie nicht

den

den lautesten Schall oder Ruf haben hören können. Diese Angabe wurde auch hier untersucht und wahr befunden. Er fügte hinzu, daſs seine wohlgebildeten Kinder fast immer gesund gewesen wären, und so feine Nerven hätten, daſs sie Dröhnungen, durch das Hauen auf einen Ambos, das Rasseln eines Wagens auf Steinpflaster oder das Knallen einer Kanone verursacht, in gewisser Entfernung besser bemerken können, als andere. Aber an ihrer völligen Taubheit, wovon der Vater, seine Mitbürger und viele andere überzeugt sind, und die sich jetzt erst verliert, ist auch deswegen nicht zu zweifeln, weil diese drei Kinder bis jetzt nur thierische Töne, aber noch keinen articulirten Laut, noch kein *Wort* haben hervorbringen können.

Am 28sten und 29sten Januar. Die Fähigkeit, zu hören, zeigt sich bei den fortgesetzten Galvani-Voltaisationen immer deutlicher. Aber die taub Gewesenen haben doch bis jetzt noch nicht das Vergnügen, die menschliche Stimme zu hören oder den zusammengesetzten Laut eines Wortes zu vernehmen. Dieses ist erst nach einigen Tagen zu erwarten. *)

*) Aus dem, was Herr Apotheker **Sprenger** selbst, (unter dem 29sten Jan.) im Reichsanzeiger, No. 45, S. 545, über denselben Gegenstand sagt, verdient hier noch Folgendes nachgetragen zu werden: Die erste auffallende galvanische Cur glückte ihm an einem taub gebornen, übrigens gesun-

8. *Von Hrn. Consistorial-Secr. C. A. Hoffmann.*

Reval in Esthland den 7ten Sept. 1801.

— — Gleich nach Empfang Ihrer Annalen liefs ich mir nach Ihrer Anleitung ein Geftell zur Voltaifchen Säule machen, und ftellte mit Herrn Arzt, Prof. der Chemie, in Gegenwart mehrerer Freunde, mit einer Säule von 30 Rubeln, die befchriebnen Verfuche an. Sie gelangen uns alle vortrefflich. Als wir verfuchten, die Tuchlappen mit einer Art

den 15jährigen Jünglinge, der keinen Geruch und nie geniefst hatte, und felbft den Schall einer Trompete nicht hören konnte. Er wurde zuerft am 15ten Nov. 1801 zweimahl galvanifirt; nach der Wiederhohlung am 16ten hörte er fchon dumpfe Töne, und am Abend nach der 5ten Galvanifation das Ticken einer Tafchenuhr. Er niefste nun zum erften Mahle, äufserte den gröfsten Ekel, als ihm *Assa foetida*, und lebhaftes Wohlgefallen, als ihm Lavendelöhl unter die Nafe gehalten wurde. In 14 Tagen war fein Gehör vollkommen wieder hergeftellt, und feitdem lernt er fprechen. — „Diefer für die Menfchheit erfreuliche Verfuch verfammelte bei mir," fagt Herr Sprenger, „verfchiedne Taubftumme und Harthörige, welchen, befonders den erftern, bis jetzt ohne Ausnahme, daffelbe Glück, leife Töne und Menfchenftimmen zu hören, gewährt ift. — — Indeffen getraue ich mir gar nicht, zu behaupten, dafs der Galvanismus ein Univerfal-Mittel fey, allen Taubftummen das Gehör wieder zu geben." *d. H.*

von Brei aus Kohlenpulver und Salmiakwaſſer zu befeuchten, wurde die Wirkung ausnehmend verſtärkt, beſonders wenn man ſich auch die Finger mit dieſem Breie beſchmierte. — — Nehmen Sie hieraus wenigſtens ab, daſs wir auch hier wieder, ſo viel möglich, in den Wiſſenſchaften mit fortzuſchreiten ſuchen.

---

9. Aus einem zweiten Schreiben des Herrn Prof. Böckmann.

Carlsruhe den 26ſten Febr. 1802.

Sie erhalten hier für die Annalen eine Ueberſetzung des *Rapport fait à l'inſtitut national, ſur les expériences du Citoyen Volta*, die mir ſo eben als die intereſſanteſte Novität aus Paris zugekommen iſt. Volta's Theorie iſt ſchön und mit vielem Scharfſinne abgefaſst; allein ſie befriedigt mich doch noch nicht ganz, und ſie muſs erſt durch weitere Erfahrungen und Vergleichungen beſtätigt werden.

VIII.

PHYSIKALISCHE PREISFRAGEN

der Utrechter Geſellſchaft der Wiſſenſchaften.

I. Den *1ſten October 1802* wird die Geſellſchaft der beſten ihr eingereichten Abhandlung über einen beliebigen Gegenſtand der Naturlehre eine goldne Medaille 20 Dukaten werth, und der nächſt beſten eine ſilberne Medaille zuerkennen. (*Annal.*, VII, 136.)

II. *Phyſikaliſche Preisfragen für den 1ſten October* 1803. 1. Wie iſt die electriſche Materie ihrer Natur nach beſchaffen? Iſt ſie zuſammengeſetzt? Was hat ſie für Beſtandtheile? Was für chemiſche Veränderungen leidet ſie, indem ſie ſich mit andern Körpern vereinigt, und was für Veränderungen bringt ſie in dieſen Körpern hervor?

2. Die wahre Natur der Dyſenterie zu beſtimmen: ob ſie immer dieſelbe iſt; was ſie für Urſachen, für unterſcheidende Charaktere und für Folgen hat. Welches die beſte Curmethode derſelben iſt, und was man vom Gebrauche des Opiums in ihr zu halten hat.

ANNALEN DER PHYSIK.

AHRGANG 1802, VIERTES STÜCK.

I.

BERICHT

an die mathematisch-physikalische Klasse des französischen National-Instituts

über

Volta's galvanische Versuche.

Vorgelesen am 1sten December 1801. *)

Die ersten *galvanischen* Erscheinungen, welche man wahrgenommen hat, bestanden in Zusammen-

*) „Dieser sehr interessante Bericht", (sagt Herr Professor Böckmann in Carlsruhe, dem die Annalen diesen Aufsatz verdanken, vergleiche S. 387,) „gestattete eine Menge Bemerkungen, Zusätze, und mehr oder minder wichtiger Zweifel, die, gehörig ausgeführt, vielleicht die Gröſse des Berichts würden erreicht oder selbst übertroffen haben. Da aber dadurch zu häufige und zu groſse Unterbrechungen entstehen würden, so übergehe ich hier lieber alles, und liefere bloſs eine Uebersetzung des franz. Originals,

ziehungen von Muskeln, die durch einen metallischen Bogen gereizt waren. Galvani und mehrere andere Physiker hielten sie anfangs für Wirkungen einer besondern, den thierischen Theilen inhärirenden Electricität. Volta war der Erste, der behauptete, der thierische Bogen diene bei diesen Versuchen nur dazu, jenes Fluidum aufzunehmen und bemerkbar zu machen, sey aber wenig oder gar nicht geschickt, es zu erzeugen. Der Muskelreiz, den man anfänglich für den Haupttheil dieser Erscheinung hielt, war nach seiner Meinung weiter nichts, als eine electrische Wirkung, welche durch die wechselseitige Berührung der Metalle, die den erregenden Bogen bildeten, hervorgebracht wurde. Diese Meinung, welche ihre Anhänger und Gegner fand, gab Veranlassung zu mehrern

welches folgenden Titel hat: *Rapport fait à la classe des sciences mathematiques et physiques de l'Institut national sur les expériences du Citoyen Volta. Paris chez Baudouin, imprimeur de l'Institut national.* in 4. 29. P. — Die Commission bestand aus Laplace, Coulomb, Hallé, Monge, Fourcroy, Vauquelin, Pelletan, Charles, Brisson, Sabathier, Guyton und Biot." Der Leser wird finden, dass die Darstellung von Volta's Untersuchungen und Vorstellungsarten in diesem lichtvollen Berichte, und die Grundzüge von Volta's electrischer Theorie seiner Säule, die Herr Prof. Pfaff oben S. 219 entworfen hat, auf das schönste in einander greifen. *d. H.*

Verſuchen, um ſie zu beſtätigen oder zu beſtreiten; und, was bei neuen Entdeckungen in ihrer Kindheit gewöhnlich der Fall iſt, man ſah mit den Thatſachen zugleich eine Menge Anomalien erſcheinen, welche die Verbindung jener unter einander erſchwerten, und damahls ſogar völlig unerklärbar waren, weil ſie von ſehr feinen Umſtänden herrührten, deren Einfluſs man noch nicht gehörig kannte.

In dieſem Zuſtande befand ſich dieſer Zweig der Phyſik, als die Commiſſion ihren *erſten Bericht* erſtattete.*) Ihr Zweck war, mit Genauigkeit die Bedingungen zu beſtimmen, unter welchen die galvaniſchen Wirkungen erfolgen, und durch welche ſie modificirt werden; ſie verſuchte es indeſſen nicht, dieſe Erſcheinungen zu erklären, und begnügte ſich, ſie in der Ordnung darzuſtellen, die ihr am zweckmäſsigſten zu ſeyn ſchien. Wir kannten damahls die Unterſuchungen noch nicht, in denen Volta bemüht war, auf dem Wege, den er ſich geöffnet hatte, alle Erſcheinungen, welche der Galvanismus darbietet, mit ſeinen erſten Entdeckungen zu vereinigen. Er hat ſeitdem noch viele andere, eben ſo wichtige Unterſuchungen bekannt gemacht, die er durch ſeine äuſserſt ſcharfſinnige

*) *Compte rendu à la cl. d. ſc. math. et phyſ. de l'Inſtit. nat. des premières expériences faites en Flor. et Prair. l'an 5 par la Commiſſ. nommée pour examiner et vérifier les phénomènes du Galvanisme.* 4. 101 p. Ueberſetzt in Ritter's *Beiträgen* u. ſ. w., B. 1, St. 1. *d. H.*

Theorie unter einander verbunden hat; und wenn gleich noch etwas zu thun übrig ist, um die Gesetze dieser sonderbaren Wirkung aufs genaueste zu bestimmen und sie einer scharfen Rechnung zu unterwerfen, so scheinen doch die vorzüglichsten Thatsachen, die ihr zur Grundlage dienen, schon jetzt fest gegründet zu seyn.

Die Commission hat für jetzt die Absicht, von diesen zur Grundlage dienenden Versuchen, und von der Art Rechenschaft zu geben, wie **Volta** sich ihrer zur Bildung seiner Theorie bedient hat. Wir sind übrigens diesem Gelehrten für die Gefälligkeit, mit der er in unsrer Gegenwart jene Versuche mehrmahls wiederhohlte, und uns so durch uns selbst von ihrer Wahrheit und Genauigkeit überzeugte, vielen Dank schuldig.

Der *Hauptversuch*, oder der, aus welchem alle übrigen sich herleiten lassen, ist folgender:

Wenn *zwei isolirte verschiedenartige Metalle*, die nur ihre eigne natürliche Electricität haben, mit einander in Berührung gebracht werden, so zeigen sie nach ihrer Trennung von einander, einen verschiednen electrischen Zustand; das eine Metall ist nämlich positiv-, das andere negativ-electrisch. Dieser Unterschied ist zwar nach jeder Berührung nur sehr geringe; wird aber die Electricität durch einen electrischen Condensator nach und nach angehäuft, so erhält sie endlich Stärke genug, um die Fäden eines Electrometers sehr merklich zur Divergenz zu bringen. Die Wirkung äussert sich indessen bloss

bei der Berührung der Metalle, und sie dauert so lange fort, als die Berührung selbst; aber die Intensität derselben ist nicht bei allen gleich stark. — Wir wollen hier nur als Beispiel *Kupfer* und *Zink* nehmen. Bei der gegenseitigen Berührung dieser Metalle wird das Kupfer *negativ*-, und der Zink *positiv*-electrisch.

Nachdem Volta die Entwickelung der metallischen Electricität unabhängig von irgend einem *feuchten Leiter* erwiesen hatte, wandte er nun auch diese Leiter an.

1. Wenn man einen Streifen von Kupfer und Zink an den Enden zusammenlöthet, dann das Zinkende des Streifens zwischen die Finger nimmt, und mit dem andern Kupferende den obern Teller eines Condensators, der gleichfalls von Kupfer ist, berührt, so wird dieser negativ geladen. Dies erhellt vollkommen aus dem vorhergegangnen Versuche. — 2. Hält man dagegen das Kupferende in der Hand, und berührt den obern Kupferteller des Condensators mit dem Zinkende, so hat solcher nach aufgehobner Berührung, und wenn man ihn von dem untern Teller weghebt, keine Electricität erhalten, wenn jener auch gleich mit der Erde in Verbindung war. — 3. Legt man aber zwischen den obern Teller und das Zinkende ein mit reinem Wasser getränktes Papier, oder irgend einen *feuchten Leiter*, so ladet sich der Condensator mit positiver Electricität. 4. Er ladet sich gleichfalls, aber negativ, wenn man den mit dem feuchten Leiter belegten Teller mit dem Kup-

ferende berührt, indem man das Zinkende in der Hand hält. Diese Thatsachen sind zuverlässig, und durch die Commission vollkommen bestätigt worden.

Wir wollen nun sehen, wie Volta sie erklärt und mit dem vorigen Hauptversuche in Verbindung setzt.

Nach ihm äussern die Metalle, wie wir gesehn haben, und wahrscheinlich alle Körper in der Natur, eine gegenseitige Wirkung auf ihre beiderseitigen Electricitäten, von dem Augenblicke an, da sie sich berühren. Hält man den vorigen Metallstreifen an seinem Kupferende, so geht ein Theil seiner Electricität in das entgegengesetzte Zinkende. Steht dieses aber in unmittelbarer Berührung mit einem Condensator-Deckel aus Kupfer, so strebt auch dieser mit gleicher Stärke, sich eines Theils seines electrischen Fluidums in den Zink zu entledigen; der Zink kann also dem Condensator-Deckel nichts mittheilen, und dieser muss sich nach aufgehobner Berührung im natürlichen electrischen Zustande befinden. — Legt man hingegen ein *feuchtes Papier* zwischen das Zinkende des Streifens und die Kupferplatte des Condensators, so wird dadurch das Streben der Electricität nach Bewegung, welche nur in gegenseitiger Berührung der Metalle statt hat, zwischen dem Deckel und dem Zinkstreifen aufgehoben. Das Wasser, welches in Vergleich mit Metallen jene Electricität-erregende Eigenschaft nur in sehr geringem Grade besitzt, hält den Uebergang des electrischen Fluidums des Zinks zum Conden-

ſator nur ſehr wenig auf, und dieſer kann ſich daher poſitiv laden. — Berührt man endlich den Condenſator mit dem Kupferende des Streifens, ſo hindert das dazwiſchen gelegte Papier, deſſen eigenthümliche Wirkung ſehr geringe iſt, die Metallplatte des Condenſators nicht, einen Theil ihrer poſitiven Electricität in das Zinkende übergehen zu laſſen; und wird nun die Berührung aufgehoben, ſo befindet ſich der Condenſator negativ geladen.

Nach dieſer Theorie iſt es nun leicht, *die Wirkungen der Voltaiſchen Säule zu erklären.* Um dieſes mit mehr Einfachheit zu thun, wollen wir annehmen, ſie ſey auf einem iſolirenden Körper erbaut, und es ſey der Ueberſchuſs der Electricität zwiſchen einer Zinkplatte und einer Kupferplatte, die ſich einander unmittelbar berühren, durch die Einheit (= 1) ausgedrückt. *)

*) Die Menge von Electricität, die in einem Körper über ſeinen natürlichen Zuſtand angehäuft iſt, ſteht bei ſonſt gleichen Umſtänden im Verhältniſſe mit der Repulſivkraft, womit die Theile des electriſchen Fluidums ſich von einander zu entfernen ſtreben, oder womit ſie ein neues Theilchen, das ſich mit ihnen verbinden wollte, wegſtoſsen. Dieſe Repulſivkraft, welche bei freien Körpern in dem Widerſtande der Luft eine Gegenkraft findet, verurſacht das, was wir *Spannung des electriſchen Fluidums* nennen. Eine einzige Spannung reicht hier bei weitem nicht hin, die Strohhälmchen des *Voltaiſchen* oder die Kügelchen des

Besteht die Säule bloss aus *zwei* Metallplatten, deren untere Kupfer, die obere Zink sey, so kann man den electrischen Zustand der erstern durch $-\frac{1}{2}$ und den der andern durch $+\frac{1}{2}$ ausdrücken.

Setzt man noch eine *dritte* Platte, und zwar eine kupferne, hinzu, so muss man diese, wenn anders eine Vertheilung des electrischen Fluidums statt finden soll, durch eine feuchte Pappe von der der obern Zinkplatte trennen; dann aber muss die Kupferplatte den nämlichen electrischen Zustand als jene Zinkplatte erhalten, in so fern wir nämlich keine Rücksicht nehmen auf die eigne Wirkung des Wassers, die übrigens sehr geringe zu seyn scheint, so wie auch auf den etwanigen sehr unbedeutenden Widerstand, welchen diese Feuchtigkeit, als ein unvollkommner Leiter der Electricität, der Mittheilung entgegensetzen könnte. Da die Säule isolirt ist, so kann die oberste Platte ihren Ueberschuss an Electricität nur auf Unkosten des unten liegenden Kupfers erhalten. Nun sind aber die gegenseitigen Zustände dieser Metallplatten nicht mehr die nämlichen, wie im vorigen Versuche, sondern folgende:
Der Zustand der *untern Kupferplatte* ist $-\frac{2}{3}$.
Der Zustand der darauf liegenden *Zinkplatte* muss folglich $-\frac{2}{3}+1=\frac{1}{3}$ seyn.

Saussürischen Electrometers zum Auseinanderfahren zu bringen, und kann nur durch eine electrische Wage, [nach Coulomb's Art,] mit Genauigkeit gemessen werden. *Anm. d. Orig.*

Die *dritte Platte*, welche von Kupfer ist, und die durch eine angefeuchtete Pappe von der vorigen getrennt ist, wird die nämliche Quantität Electricität besitzen, nämlich $+\frac{1}{3}$; und die Summe der Electricitäten, welche die erste Platte verloren hat, und welche die zwei andern Platten erhalten haben, wird noch immer o seyn, wie vorhin bei den zwei Platten. *)

Legen wir noch eine *vierte* Platte hinzu, die aus Zink seyn muss, so wird diese eine Einheit mehr haben, als diejenige Kupferplatte, worauf sie unmittelbar liegt; und da sie diesen Ueberschuss nicht anders erhalten kann, als auf Unkosten der untersten Platte, weil die ganze Säule isolirt ist, so ist nun der Zustand

für die unterste kupferne Platte -1;

für die zweite auf ihr ruhende Platte von Zink $= 0$;

für die dritte Platte, die von Kupfer und von der vorigen durch nasse Pappe getrennt ist, $= 0$, so dass sich diese und die vorige Platte in ihrem natürlichen Zustande befinden;

endlich für die oberste Zinkplatte, die mit der vorigen in Berührung steht, $= +1$.

Wenn man dieses Raisonnement fortsetzt, so findet man leicht den electrischen Zustand einer jeden Platte einer isolirten und aus einer willkührli-

*) Möchte doch Coulomb durch Versuche mit seiner Drehwage die Richtigkeit dieser Vorstellung über alle Zweifel erheben. *d. H.*

chen Anzahl von Platten zuſammengeſetzten Säule. Die Quantitäten von Electricität werden für jede Platte vom Anfange bis zum Ende der Säule in einer arithmetiſchen Progreſſion wachſen, deren Summe = o iſt. *)

Nehmen wir, der Einfachheit wegen, an, die Zahl der Platten ſey gerade, ſo iſt es leicht, ſich durch eine ſehr einfache Rechnung davon zu überzeugen, daſs die unterſte Kupferplatte und die oberſte Zinkplatte einerlei Grad von Electricität haben müſſen, die eine poſitive, die andere negative; und das nämliche wird von je zwei Platten gelten, die beide in gleichmäſsigen Entfernungen von den Enden der Säule genommen werden. — Vor dem Uebergange von dem poſitiven Zuſtande in den negativen wird die Electricität Null, und es werden immer zwei Platten, eine von Zink, die andere von Kupfer, im natürlichen Zuſtande ſeyn müſſen; dieſe werden wir in der Mitte der Säule finden, wie man ſolches z. B. in dem Falle mit vier Scheiben geſehn hat. **)

Es werde nun *das untere Ende der Säule mit der Erde in leitende Verbindung geſetzt.* Die unterſte Kupferplatte, welche negativ-electriſch iſt, ſtrebt,

*) Alſo nach dem Schema *C*, S. 240, nur daſs dort die Spannung, die hier 1 geſetzt iſt, 2 geſetzt wurde. *d. H.*

**) Berechnungen hiernach in Anmerkung I zu dieſem Aufſatze.

das, was ſie an Electricität verloren hat, wieder zu erlangen, kann aber offenbar ihren electriſchen Zuſtand nicht verändern, ohne daſs ſich auch der electriſche Zuſtand der obern Platten mit verändert, weil der Unterſchied ihrer Electricitäten im Zuſtande des Gleichgewichts immer derſelbe ſeyn muſs. Daher werden denn alle negativen Gröſsen der untern Hälfte der Säule vermittelſt der Erde in ihren abſolut-electriſchen Zuſtand zurückgebracht, und die *unterſte* Platte von Kupfer wird einerlei Grad von Electricität mit dem Boden, den wir hier durch o ausdrücken, annehmen. Die *zweite* Platte, von Zink, welche unmittelbar die vorige berührt, wird + 1 haben; die *dritte* Kupferplatte, welche durch angefeuchtete Pappe vom Zink getrennt iſt, hat, wie ſie, + 1; die *vierte* Platte, welche von Zink iſt und die vorige berührt, wird + 2 haben: und auf dieſe Weiſe werden die Quantitäten von Electricität der verſchiednen Platten nach einer arithmetiſchen Progreſſion wachſen. *)

Berührt man jetzt mit einer Hand die oberſte Platte der Säule, und mit der andern die unterſte, ſo werden ſich dieſe Ueberſchüſſe von Electricität durch die Organe des Körpers in das gemeinſchaftliche electriſche Reſervoir, (die Erde,) entladen, und um ſo mehr im Körper eine ſtarke Erſchütterung verurſachen, da ſich dieſer Verluſt nur vermit-

*) Alſo nach dem Schema *A*, S. 240. *d. H.*

teſſt des Erdbodens erſetzen kann, und da folglich ein electriſcher Strom entſtehen muſs, der ſich im Innern der Säule mit ſo viel gröſserer Geſchwindigkeit als in den Organen, welche nur unvollkommne Leiter ſind, bewegt, daſs dadurch der innere Theil der Säule eine Spannung annehmen kann, die derjenigen gleicht, die er im Zuſtande des Gleichgewichts hatte. *)

Wenn man während dieſer Verbindung der unterſten Platte mit der Erde das obere Ende der Säule mit dem obern Teller eines *Condenſators*, deſſen unterer Teller mit dem Boden in leitender Verbindung ſteht, in Berührung bringt; ſo wird die Electricität dieſes obern Endes, die doch immer nur einen geringen Grad von Spannung hat, in den Condenſator übergehen, wo die Spannung für Null angeſehn werden kann. Da aber die Säule jetzt nicht iſolirt iſt, ſo wird ſich dieſer Verluſt durch die Erde wieder erſetzen; die neuen Quantitäten von Electricität, welche ſo die obere Platte unausgeſetzt erhält, gehn, wie die vorigen, in den Condenſator über, und häufen ſich endlich dergeſtalt in dem ſammelnden Teller an, daſs man ſehr deutliche electrometriſche Anzeigen, ſogar Funken, daraus erhalten kann. — Was die Grenzen dieſer Anhäufung betrifft, ſo iſt es offenbar, daſs ſie von der Dicke des dünnen Harzüberzuges, wel-

*) Vergl. die Berechnungen in Anmerkung II, [und das Schema *E*, S. 240. *d. H.*]

cher die beiden Metallteller des Condenſators von einander trennt, abhängt. Vermöge ihrer kann die in dem ſammelnden Teller angehäufte Electricität auf die Electricität des untern Tellers nur in einiger Entfernung wirken; und ſie iſt daher immer beträchtlicher, als diejenige, welche ihr in der letztern das Gleichgewicht hält. Daher entſteht denn in dem ſammelnden Teller eine kleine Spannung, welche die Spannung an dem oberſten Ende der Säule zur Grenze hat.

So wie ſich die Electricität der Säule in dem Condenſator anhäuft, wird ſie ſich auch im Innern einer *Leidener Flaſche*, deren äuſsere Fläche mit der Erde in Verbindung ſteht, anhäufen; und da ſich die Säule, ſo wie ſie ſich entladet, auf Unkoſten der Erde wieder ladet, ſo wird ſich auch die Flaſche weiter laden, was ſie auch für eine Capacität habe. Allein die innere Spannung derſelben kann nie ſtärker werden, als die iſt, welche am oberſten Ende der Säule ſtatt hat. Nimmt man nun die Flaſche weg, ſo muſs ſie eine dem Grade von Spannung correſpondirende Erſchütterung geben, welches auch durch die Erfahrung vollkommen beſtätigt wird. *)

Dieſe Erſcheinungen müſſen alle ſo geſchehen, wenn man die Wirkung des Waſſers auf Metalle als etwas ſehr geringes übergeht, und wenn man annimmt:

*) Vergl. die Berechnungen in Anmerk. III.

in der ganzen Reihe zwischen beiden liegen, völlig gleich ist; woraus sich denn ergiebt, daſs, wenn man sie in dieser, oder in irgend einer beliebigen Ordnung mit einander in Berührung setzt, die äuſsersten Metalle immer in dem nämlichen Zustande seyn werden, als wenn sie sich unmittelbar berührten; und daſs man daher, man mag irgend eine Anzahl Glieder annehmen, die so geordnet sind, und deren äuſserste Enden z. B. Silber und Zink sind, die nämlichen Resultate erhalten würde, als wenn diese Glieder bloſs aus jenen beiden Metallen gebildet wären; das heiſst: man würde gar keine Wirkung, oder eben dieselbe erhalten, welche ein einzelnes Glied hervorgebracht haben würde.

Bis jetzt scheint es, daſs diese so eben erwähnte Eigenschaft sich auf alle festen Körper erstreckt; allein zwischen festen und tropfbar-flüssigen finden sie nicht statt. Eben daher gelingt uns die Construction der Säule durch Zwischenlegen von Flüssigkeiten. Daher entsteht Volta's Eintheilung der Leiter in zwei Klassen, wovon die erste die *festen Körper*, die zweite die *flüssigen* begreift. Auch hat man bis jetzt diese Säulen nur durch eine schickliche Anordnung der Körper aus diesen beiden Klassen erbauen können. Der Bau einer Säule mit Körpern erster Klasse allein ist etwas unmögliches; mit der gegenseitigen Wirkung der Körper, welche die zweite Klasse ausmachen, sind wir noch nicht genau genug bekannt, um zu entscheiden, ob von ihnen eine gleiche Behauptung gilt.

Wir

Wir nahmen bisher an, daſs die naſſen Pappen, welche zwiſchen den Plattenpaaren der Säule liegen, mit *reinem Waſſer* getränkt wären. Braucht man indeſſen ſtatt jenes Waſſers eine *Salzauflöſung*, ſo wird die Erſchütterung zwar unvergleichbar ſtärker; aber die durch das Electrometer angegebne Spannung ſcheint wenigſtens nicht in gleichem Verhältniſſe zuzunehmen. Volta hat uns dieſe Thatſache mittelſt ſeines Apparats mit Gläſern erwieſen, in welche er erſt reines, dann geſäuertes Waſſer hineingoſs.

Er ſchlieſst aus dieſem Verſuche, daſs die *Säuren* und die *Salzauflöſungen* die Wirkung der Säule dadurch vorzüglich verſtärken, daſs ſie *die Leitungsfähigkeit des Waſſers*, womit die Pappen getränkt ſind, vermehren. Was die *Oxydation* betrifft, ſo hält er ſolche für eine Wirkung, die eine innigere Berührung zwiſchen den Gliedern der Säule hervorbringt, und die ſo mit beiträgt, daſs die Wirkung anhaltender und kräftiger wird.

Dies iſt ungefähr der kurze Inhalt der *Voltaiſchen Theorie* über die Electricität, die man bisher die *galvaniſche* nannte. Sein Zweck war, durch ſie alle Erſcheinungen auf eine einzige zurückzuführen, deren Wirklichkeit jetzt vollkommen beſtätigt iſt: nämlich auf die *Entwickelung der metalliſchen Electricität durch die gegenſeitige Berührung von Metallen.* Es ſcheint durch dieſe Verſuche erwieſen zu ſeyn, daſs die *beſondere Flüſſigkeit*, welcher man *eine Zeit lang die Muskelbewegungen zuſchrieb*, *nur*

die gewöhnliche Electricität ist, welche *durch eine Ursache, deren Natur wir noch nicht kennen, wovon wir aber die Wirkungen sehen, in Bewegung gesetzt wird.*

Es ist das Eigenthümliche der Wissenschaften, dass die glänzendsten Entdeckungen nur ein noch weiteres Feld zu neuen Untersuchungen eröffnen. Nachdem wir die gegenseitige Wirkung der Metalle auf einander erkannt, und gleichsam durch eine Art von Näherung berechnet haben, ist uns noch übrig, diese Wirkung auf eine genaue Art zu bestimmen; zu untersuchen, ob sie für die nämlichen Metalle constant, oder vielleicht nach den Quantitäten von Electricität, die sie enthalten, und nach den Temperaturen verschieden ist. Ueberdies muss man die eigenthümliche Wirkung berechnen, welche die Flüssigkeiten gegenseitig aufeinander und auf die Metalle äussern. Erst, wenn dieses geschehn ist, lassen sich Rechnungen auf genauere Data gründen, durch die man sich zu dem wahren Gesetze erheben wird, welchem die Vertheilung und Bewegung der Electricität in dem *Voltaischen* Apparate folgen, und erst dadurch wird die Erklärung aller Erscheinungen, welche dieser Apparat darbietet, vollständig gemacht werden. Aber diese feinen Untersuchungen erfordern die genauesten Instrumente, welche bis jetzt von Physikern zum Messen der Stärke des electrischen Fluidums erfunden sind.

Es sind endlich noch die *chemischen Wirkungen* dieses electrischen Stroms, die *Wirkungen desselben*

auf die thierische Oekonomie, und sein *Verhältnifs gegen die Electricität der Mineralien und Fische* zu erforschen; Untersuchungen, die nach den bereits bekannten Thatsachen gewifs sehr interessant seyn müssen.

Wenn eine schon sehr bearbeitete Wissenschaft noch um einen Schritt weiter fortrückt, entstehn zwischen ihren einzelnen Zweigen neue Verbindungen, und man blickt dann gerne zurück, um den Weg zu messen, den man durchlaufen hat, und um zu sehen, wie der menschliche Geist sich ihn bahnte. Gehen wir z. B. auf den Ursprung der Electricität zurück, so finden wir sie in dem Anfange des letztern Jahrhunderts noch blofs auf zwei Erscheinungen, auf die *Attraction* und *Repulsion*, beschränkt; Dufay war der Erste, welcher die beständigen Gesetze auffand, denen diese Erscheinungen unterworfen sind, und der ihre scheinbaren Unregelmäfsigkeiten erklärte. Seine Entdeckung der *zweierlei Arten* der Electricität, nämlich der *Harz*- und *Glas-Electricität*, gründete die Pfeiler dieser Lehre; und Franklin, der sie unter einem neuen Gesichtspunkte darstellte, bauete darauf seine schöne Theorie, welcher sich alle Erscheinungen, selbst die Wirkung der Leidener Flasche, ganz natürlich anpassen lassen. Aepinus lieferte endlich den vollständigen Beweis dieser Theorie, vervollkommnete sie dadurch, dafs er sie der Rechnung unterwarf, und gelangte, vermittelst der Analysis, bis zu den Erscheinungen, welche Volta so glücklich auf den

Condenſator und Electrophor angewandt hat. Noch fehlte das Geſetz der electriſchen Attraction und Repulſion. Es wurde durch genaue Verſuche beſtimmt; und da es ſich an das Geſetz des Magnetismus anſchlieſst, ſo fand man, daſs es das nämliche ſey, wornach ſich die Anziehung der Himmelskörper richtet. Man weiſs, daſs Coulomb der Urheber dieſer Entdeckung iſt.

Endlich erſchienen die *galvaniſchen Phänomene;* ſo ſonderbar in ihrem Gange, und ſcheinbar ſo verſchieden von Allem, was man bisher kannte. Anfangs ſchuf man ſich zu ihrer Erklärung eine beſondere Flüſſigkeit, allein durch eine Reihe ſinnreicher und mit Scharfſinn angeordneter Verſuche, faſste Volta den Gedanken, ſie insgeſammt auf eine einzige Urſache, nämlich die *Entwickelung der metalliſchen Electricität*, zurückzuführen. Er bediente ſich derſelben zum Baue eines Apparats, bei dem man im Stande iſt, die Stärke nach Belieben zu erhöhen, und verbindet ſie durch ſeine Reſultate mit wichtigen Erſcheinungen der Chemie und der thieriſchen Oekonomie.

In Gemäſsheit des Vorſchlags eines der Mitglieder dieſes Inſtituts, (Bonaparte's,) welcher der Commiſſion mitgetheilt worden, machen wir den Antrag, daſs dem Bürger Volta die goldne Medaille des Inſtituts möge zuerkannt werden, ſowohl als Beweis der Zufriedenheit der Klaſſe für die ſchönen Entdeckungen, womit er die Theorie der Electricität bereicherte, wie auch als ein Zeichen

des Dankes, daſs er ſie dem Inſtitute ſo bereitwillig mitgetheilt hat.

ANMERKUNGEN.

Berechnungen über Volta's Säule.

I.

Es ſey n die Anzahl der Plattenpaare der Säule, ſo iſt die ganze Anzahl der einzelnen Platten, woraus ſie beſteht, $= 2n$. Wir nehmen ferner an, daſs die *unterſte Platte* immer von *Kupfer*, die *oberſte* von *Zink* ſey, und wir wollen die Quantität von Electricität, die ſich in der letztern über ihren natürlichen Zuſtand anhäuft, durch x ausdrücken. Es werden dann die Spannungen der verſchiednen *Zinkplatten* vom obern Ende der Säule bis an ihre Baſis herab, folgende arithmetiſche Progreſſion bilden:

$$x;\ x - 1;\ x - 2 \ldots\ldots\ x - (n - 1),$$

deren Summe iſt $nx - \frac{n \cdot n - 1}{2}$.

Die *Kupferplatten* werden gleichfalls folgende Progreſſion bilden:

$$x - 1;\ x - 2;\ x - 3;\ \ldots\ldots\ x - n,$$

deren Summme iſt $nx - \frac{n \cdot n + 1}{2}$.

Die Total-Summe dieſer Spannungen der Zinkplatten und der Kupferplatten iſt $2nx - n^2$.

Sie muſs im Zuſtande des Gleichgewichts Null ſeyn, wenn die Säule *iſolirt* iſt und bloſs ihre ur-

ſprüngliche Menge von Electricität hat, die wir durch o ausgedrückt haben; denn alsdann können die obern Platten ihren Ueberſchuſs nur auf Koſten der untern erhalten. In dieſem Falle wird alſo $2nx - n^2 = 0$; woraus ſich ergiebt $x = \frac{n}{2}$.

Dieſes iſt die Spannung der *oberſten* Platte im Zuſtande des Gleichgewichts; die Spannung der *untern* Platte, welche $x - n$ iſt, wird durch dieſen Werth von x folgende: $x - n = - \frac{n}{2}$.

Sie iſt die nämliche wie die vorhergehende, mit Ausnahme des vorſtehenden Zeichens.

Die Spannung der m^{ten} *Zinkplatte*, vom *obern* Ende der Säule an gerechnet, wird ſeyn:

$x - (m - 1)$ oder $\frac{n}{2} - (m - 1)$.

Die Spannung von einer *Kupferplatte*, welche ſich in gleich weiter Entfernung von dem *untern* Ende der Säule befindet, wird ſeyn:

$x - n + m - 1$ oder $- \frac{n}{2} + m - 1$.

Sie iſt die nämliche wie die vorherige, mit Ausnahme der Zeichen; und wenn daher die Säule iſolirt iſt und nur ihre natürliche Quantität von Electricität beſitzt, ſo haben die von den Enden gleich weit entfernten Platten gleiche Electricität, die eine poſitive, die andere negative.

Iſt eine Zinkplatte da, die ſich in ihrem natürlichen Zuſtande befindet, ſo wird ihre Spannung

Null ſeyn; ihre Ordnung würde daher durch folgende Gleichung beſtimmt: $\frac{n}{2} - (m - 1) = 0$, woraus ſich ergiebt $m = 1 + \frac{n}{2}$.

Soll m eine poſitive und ganze Zahl ſeyn, ſo muſs n eine gerade Zahl ſeyn. Dann iſt die Kupferplatte, welche die nämliche Spannung hat, mit entgegengeſetzten Zeichen genommen, auch im natürlichen Zuſtande; und da ihre reſpectiven Entfernungen von den zwei Enden der Säule $1 + \frac{n}{2}$ ſind, ſo werden ſich beide Platten in der Mitte der Säule befinden.

II.

Steht die Baſis einer Säule aus n Plattenpaaren *mit der Erde in Verbindung*, ſo erhält man für die Spannungen der *Zinkplatten* von oben herab folgende arithmetiſche Progreſſion:

$$n;\ n-1;\ n-2;\ \ldots\ldots\ 1;$$

deren Summe iſt $\frac{n.\overline{n+1}}{2}$.

Die *Kupferplatten* bilden von oben herab folgende Progreſſion:

$$n-1;\ n-2;\ n-3;\ \ldots\ldots\ 0;$$

deren Summe iſt $\frac{(n-1)\,n}{2}$.

Addirt man dieſe Summen zuſammen, ſo erhält man n^2, als die Quantitäten von Electricität, welche die Säule über ihren gewöhnlichen Zuſtand

hat. Dieſes iſt nun die Ladung der Säule. Sie wird durch die Quadratzahl von n ausgedrückt, ſo wie die Spannung der obern Platte durch die erſte Dignität von n. Es werden daher, bei ſonſt gleichen Umſtänden, die Phänomene, welche von der *Quantität* der Electricität abhängen, die ſich in der Säule anhäuft, mit der Höhe der Säule ſchneller wachſen, als diejenigen, welche bloſs von der *Spannung* abhängen.

III.

Die electrometriſchen Zeichen ſind bei einer *iſolirten* Säule ſehr ſchwach; ja, es iſt bei einer geringen Anzahl von Plattenpaaren gar nicht einmahl möglich, den Condenſator merklich zu laden. Die Rechnung zeigt den Grund dieſer Erſcheinung ſehr leicht, und wir wollen uns hierbei um ſo lieber verweilen, weil dieſe Reſultate ſehr geſchickt ſind, uns das Spiel des Condenſators bemerkbar zu machen.

Es ſey q die Capacität des ſammelnden Tellers vom Condenſator, und man nehme die Capacität einer von den Platten der Säule für die Einheit an; ſo werden Quantitäten von Electricität qa und a erforderlich ſeyn, um den Teller und die obere Endplatte der Säule in gleiche Spannung a zu verſetzen. Es ſey ferner die condenſirende Kraft des Inſtruments $= i$, wenn ſeine beiden Teller aufeinander geſetzt ſind, und der untere mit der Erde in Verbindung ſteht; ſo daſs alſo eine durch b aus-

gedrückte Spannung bei der Verbindung der Teller, nach ihrer Trennung, bi wird.

Wenn die Säule *nicht isolirt* ist, so ist die Spannung der obersten Zinkplatte $= n$, (Anmerk. II.) Bringt man nun diese Platte mit dem sammelnden Teller des Condensators in Berührung, so wird sie ihm einen Theil ihrer Electricität abtreten; da sich aber dieser Verlust auf Kosten der Erde wieder ersetzt, so wird ihre Spannung die nämliche bleiben, und die Spannung des Condensators wird auch $= n$ werden. Die absolute Quantität, womit er geladen seyn wird, und die wir X' nennen wollen, steht im Verhältnisse seiner Capacität und condensirenden Kraft; man erhält daher für eine nicht-isolirte Säule $X' = qni$.

Ist im Gegentheile die Säule *isolirt*, so kann sich die obere Platte mit dem Condensator nicht ins Gleichgewicht setzen, ohne dass sich ihre Spannung verändert. Diese Spannung sey im Zustande des Gleichgewichts $= x$, so wird die durch den Condensator verschluckte Quantität $= qix$ seyn.

Die Summe der Spannungen aller Platten der Säule ist aber, (Anm. I,) $2nx - n^2$. Diese Summe nebst der Ladung des Condensators wird Null in einer isolirten Säule, welche nur ihre natürliche Quantität von Electricität hat. Man erhält daher zur Bestimmung von x folgende Gleichung:

$$2nx - n^2 + qix = 0,$$

woraus sich ergiebt $x = \dfrac{n^2}{2n + qi}$.

Dieſes iſt der Ausdruck der Spannung für den oberſten Theil der Säule. Man muſs ihn durch q^i multipliciren, um die *Ladung des Condenſators* mittelſt der iſolirten Säule zu haben. Nennt man dieſe X, ſo erhalten wir jetzt

$$X = \frac{n^2 qi}{2n + qi}.$$

Setzt man für qni ſeinen Werth X′, ſo ergiebt ſich

$$X = X' . \frac{n}{2n + qi}.$$

Die Gröſse $\frac{n}{2n + qi}$ iſt nothwendig ein Bruch, der um deſto kleiner wird, je ſtärker die Kraft des Condenſators iſt; daher ladet ſich der Condenſator weit ſchwächer, wenn die Säule iſolirt, als wenn ſie es nicht iſt.

Man habe zum Beiſpiel 30 Paare Metallplatten; der Condenſator beſitze nur die Capacität von einer dieſer Platten, und er condenſire 120mahl, wie es der Voltaiſche thut; ſo wäre

$n = 30$; $q = 1$; $i = 120$;

folglich $X = \frac{1}{6} X'$.

Die Ladung des Condenſators iſt daher an der iſolirten Säule 6mahl kleiner, als an der nicht-iſolirten.

Die Capacität des ſammelnden Tellers iſt gewöhnlich gröſser als 1. Setzen wir ſolche $= 4$, indeſs die andern angenommenen Gröſsen unverändert bleiben, ſo findet man $X = \frac{1}{18} X'$.

Folglich iſt die Ladung in dieſem zweiten Falle achtzehnmahl geringer, als im erſten.

Wenn bei einer isolirten Säule die Zahl der Plattenpaare gerade ist, so müssen sich in ihrer Mitte 2 Platten befinden, die eine von Zink, die andere von Kupfer, welche in ihrem natürlichen Zustande sind. Dieses hat nicht mehr auf dieselbe Weise statt, wenn der Condensator an dem obern Theile der Säule angebracht ist; dadurch verändert sich der Punkt des Ueberganges von der positiven Electricität zur negativen. Nach I ist die Spannung der m^{ten} Zinkplatte, vom obersten Theile der Säule an gerechnet:
$x - (m - 1)$.

Soll diese Spannung Null werden, so müsste $m = 1 + x$ seyn. Oder setzt man für x dessen Werth $\frac{n^2}{2n + qi}$, so müsste $m = 1 + \frac{n^2}{2n + qi}$ seyn. Der Werth von m, und folglich die Ordnung derjenigen Platte, die sich im natürlichen Zustande befindet, hängen folglich, wie man sieht, von der Anzahl der Platten und der Stärke des Condensators ab. Ferner muss noch, wenn die verlangte Bedingung möglich seyn soll, m eine ganze Zahl seyn. — So würde in einem der vorigen Beispiele, wo $n = 30$, $q = 1$, $i = 120$ war, $m = 6$ seyn; das heisst, es würde sich die 6te Zinkplatte, vom obern Ende an gezählt, im natürlichen Zustande befinden. Aber ohne die Wirkung des Condensators würde $m = 16$, und folglich erst die 16te Platte, von oben herunter, im natürlichen Zustande gewesen seyn.

Ueberhaupt wird, wenn n unverändert bleibt, der Werth von m in dem Verhältniſſe kleiner, wie qi zunimmt. Der Uebergang der poſitiven Electricität zur negativen in der Säule geſchieht daher deſto näher an dem obern Ende, je ſtärker der an dieſem Ende angebrachte Condenſator iſt.

Wäre qi unendlich, ſo wäre $m = 1$; das heiſst, wenn die Stärke des Condenſators anſehnlich genug iſt, daſs die Electricität, womit ihn die Säule ladet, keine merkliche Spannung bei ihm hervorbringt, ſo wird er alle dieſe Electricität verſchlucken; die Säule wird negativ werden, und nur die oberſte Platte wird ſich im natürlichen Zuſtande befinden. Dies iſt der Fall bei einer Säule, die an ihrer Baſis iſolirt iſt, und deren oberſte Zinkplatte mit der Erde in Verbindung ſteht.

Wir wollen nun ſehen, was geſchehen würde, wenn der Condenſator, ſtatt an dem oberſten Theile der Säule, an irgend einer Zinkplatte, deren Entfernung, vom obern Ende der Säule gerechnet, m wäre, angebracht würde. Die Spannung dieſer Platte iſt, nach I, $x - (m - 1)$; und folglich wäre dann die Ladung des Condenſators $qi . (x - (m - 1))$. Addirt man hierzu die Summe der Quantitäten der in der Säule enthaltnen Electricität, welche $2nx - n^2$ beträgt, ſo müſste die Summe im Zuſtande des Gleichgewichts Null ſeyn. Dies giebt zur Beſtimmung von x folgende Gleichung:

$$2nx - n^2 + qi\,(x - (m - 1)) = 0,$$

woraus ſich ergiebt

$$x = \frac{n^2 + qi\ (m - 1)}{2n + qi}.$$

ieraus ſieht man, daſs ſich in der obern Platte die
pannung nach Beſchaffenheit der Lage des Con-
enſators verändert. Iſt $m = 1$, oder wird der
ondenſator am oberſten Theile der Säule ange-
racht, ſo wird, wie zuvor, $x = \frac{n^2}{2n + qi}$.

Vermittelſt dieſer Formeln kann man bei einer
egebnen Lage des Condenſators, die Ordnung ei-
er in ihrem natürlichen Zuſtande der Electricität
ich befindenden Platte finden. Denn wenn man
ieſe Ordnung, vom oberſten Ende an gerechnet,
$= m'$ ſetzt, ſo iſt $m' = 1 + x$,
der $m' = 1 + \frac{n^2 + qi\ (m - 1)}{2n + qi}$.

Um dem Geſetze dieſer Veränderungen noch
erner nachzuſpüren, bemerke man, daſs, wenn
$- 1$ kleiner iſt als $\frac{n}{2}$, der Condenſator an der
bern Hälfte der Säule angebracht ſey, hingegen
der untern Hälfte, wenn $m - 1$ dieſe Gröſse
berſteigt. Iſt $m - 1 = \frac{n}{2}$, ſo iſt der Werth

$$x = \frac{n^2 + qi\ (m - 1)}{2n + qi},$$

eilbar durch $2n + qi$, und giebt als Quotienten
$= \frac{n}{2}$;

das heiſst, wenn man den Condenſator in der Mitte der iſolirten Säule anbringt, ſo iſt nicht nur die Spannung der obern Platte die nämliche wie zuvor, ſondern auch die Ladung des Condenſators

$qi\ (x - (m - 1))$

wird dann folgende ſeyn: $qi\left(x - \frac{n}{2}\right)$,

und wird, nach Subſtituirung des vorigen Werths von x, $= 0$. Folglich wird der Condenſator gar keine Electricität annehmen.

Setzen wir $m - 1 = \frac{n}{2} - \omega$,

wo ω in der obern Hälfte der Säule poſitiv, in der untern aber negativ iſt, ſo erhalten wir für x folgenden Ausdruck:

$$x = \frac{n}{2} - \frac{qi \cdot \omega}{2n + qi}.$$

So lange ω poſitiv bleibt, wird x kleiner als $\frac{n}{2}$ ſeyn; wird aber ω negativ, ſo wird es gröſser als $\frac{n}{2}$. Daher nimmt die Spannung der oberſten Platte ab, wenn man den Condenſator an der obern Hälfte der Säule anbringt; ſie wird hingegen ſtärker, wenn dies an der untern Hälfte geſchieht.

Die Ladung des Condenſators wird ausgedrückt durch

$qi\ (x - (m - 1))$.

Setzt man nun $\frac{n}{2} - \omega$ für $m - 1$, ſo haben wir

$qi\left(x - \frac{n}{2} + \omega\right)$.

ıbſtituiren wir endlich für x ſeinen Werth, und
:ücken wir die Ladung des Condenſators durch X
ıs, ſo findet man

$$X = \frac{2n\omega}{2n + qi}.$$

X iſt daher poſitiv oder negativ, je nachdem ω
ıs eine oder andere iſt. Daher ladet ſich der Con-
enſator poſitiv, wenn man ihn an der obern Hälfte
er Säule anbringt; er wird hingegen negativ gela-
en, wenn man ihn mit der untern Hälfte derſelben
ɜrbindet.

Der Werth von x, der die Spannung der ober-
en Platte ausdrückt, iſt, wie wir ſo eben gefun-
en haben, folgender:

$$x = \frac{n}{2} - \frac{qi\omega}{2n + qi}.$$

Wenn der Condenſator an der unterſten Zink-
latte der Säule angebracht iſt, ſo wird

$$\omega = -\frac{n}{2} + 1;$$

olglich $m = n$, und

$$x = \frac{n}{2}\left(1 + \frac{qi}{2n + qi}\right) - \frac{qi}{2n + qi};$$

olglich wird dann der Ausdruck für die Spannung
er letzten Kupferplatte, welche $x - n$, folgender:

$$x - n = \frac{n}{2}\left(-1 + \frac{qi}{2n + qi}\right) - \frac{qi}{2n + qi}.$$

Ist die Stärke des Condensators unendlich, so wird die Gröfse $\frac{qi}{2n + qi} = 1$,

daher ist dann $x - n = -1$; $x = n - 1$.

Das heifst, wenn die Stärke des Condensators beträchtlich genug ist, dafs die Electricität, welche die Säule an ihn abtritt, keine merkliche Spannung in dem sammelnden Teller hervorbringt, so wird er alle negative Electricität neutralisiren, ausgenommen die von der untern Platte. Die Zinkplatte, woran der Leiter angebracht ist, wird sich im natürlichen Zustande befinden; die unmittelbar darunter liegende Kupferplatte wird — 1 haben und der Rest der Säule positiv seyn. Dies ist der Fall bei einer Säule, welche mit Kupfer anfängt und sich mit Zink endigt, und wo die erste Zinkplatte, von der Basis an gerechnet, mit der Erde in Verbindung steht.

Es liefsen sich noch mehrere Erscheinungen der Voltaischen Säule der Rechnung unterwerfen; allein um diese auf genauere Data gründen zu können, würden vorher sehr genaue Versuche erfordert. Daher begnügen wir uns für jetzt damit, gezeigt zu haben, auf welche Weise man zu solchen Berechnungen gelangen kann.

II.

Ueber
die sogenannte galvanische Electricität,

von

ALEXANDER VOLTA,
Professor der Physik zu Pavia.

Vorgelesen in der Sitzung der physik. und mathem. Klasse des National-Instituts am 21sten Nov. 1801, (30sten Brumaire Jahr 10.) *)

Ich habe zwar schon in einer andern Vorlesung **) die Gründe auseinandergesetzt, warum ich das *galvanische Fluidum* oder *Agens* für einerlei mit dem *eigentlichen electrischen Fluidum* halte, und glaube die Identität beider durch so bestimmte und entscheidende Versuche dargethan zu haben, dass sich an ihr nicht mehr zweifeln läst. ***) Doch hat es nichts auf sich, wenn man bei der an sich falschen

*) Aus dem Abdrucke dieser Vorlesung in den *Annales de Chimie*, t. 40, p. 225—256, zusammengezogen vom Herausgeber.

**) Wahrscheinlich die vom 7ten Nov., (vergleiche *Annalen*, IX, 493.) d. H.

***) Man vergl. *Annalen*, IX, 379 und 492, so wie die Schreiben des Hrn. Dr. van Marum im zweiten Hefte des gegenwärtigen Bandes, besonders S. 131, und den Auffatz des Herrn Prof. Pfaff eben daselbst. d. H.

merkbar ist, zuzuschreiben ansteht, da die stärksten Entladungen der mächtigsten Electrisirmaschinen, und die schnellesten, noch so lange fortgesetzten electrischen Strömungen, sie so nicht zu bewerkstelligen vermögen.

2. Um diese Einwürfe vollständig zu heben, scheint es mir nöthig zu seyn, mit möglichster Genauigkeit *den Grad der Electricität, welche in der Berührung zweier verschiedenartiger Metalle rege wird, zu bestimmen.* Ich wähle dazu die beiden Metalle, die sich am meisten entgegengesetzt, und daher verhältnissmäfsig am wirksamsten sind: *Silber* und *Zink.* *) Beide wohl gereinigt und polirt, miteinander in einem oder mehrern Punkten in unmittelbare Berührung gebracht, verlieren ihr electrisches Gleichgewicht; das electrische Fluidum zieht sich aus dem Silber nach dem Zinke, wird in jenem verdünnt, in diesem verdichtet, und erhält sich in ihnen in diesem Zustande von Verdünnung und Verdichtung, wofern sie nicht mit andern Leitern in Verbindung stehn, die, dem Gesetze des electrischen Gleichgewichts gemäfs, jenem die fehlende Electricität zuführen, aus diesem die angehäufte

*) Die electrische Wirksamkeit beider Metalle wird keinesweges geschwächt, vielmehr in gewissem Grade erhöht, wenn das *Silber* mit etwas *Kupfer* legirt ist, wie es in den meisten Silbermünzen zu seyn pflegt; oder wenn man den *Zink* mit *Zinn* vermischt, oder *Zink* mit einem Antheile *Zinn* und *Blei* amalgamirt. *Volta.*

ableiten. *Bis auf welchen Grad wird nun das electrische Fluidum hierbei aus seiner Stelle getrieben oder impellirt; im Silber vermindert, im Zinke vermehrt?* Mein Strohhalm - Electrometer zeigt im Silber $\frac{1}{60}$ Grad negative, und im Zinke $\frac{1}{60}$ Grad positive Electricität. *) Ich werde weiter unten die Belege hierzu liefern. **)

3. Eine electrische Spannung, die kaum auf $\frac{1}{60}$ Grad steigt, ist offenbar viel zu geringe, um an einem Strohhalm - Electrometer, oder selbst an Bennet's Goldblatt - Electrometer wahrgenommen zu werden, ungeachtet dieses, das feinste aller Electrometer, viermahl empfindlicher als jenes ist.

*) Im Originale steht die entgegengesetzte Aussage, aber nur durch einen offenbaren Schreib - oder Druckfehler. *d. H.*

**) Ich habe dieses *Strohhalm - Electrometer* umständlich in meinen Briefen an Prof. Lichtenberg über die electrische Meteorologie beschrieben. (Alex. Volta's meteorol. Briefe; a. d. Italiän. übersetzt, B. 1, Leipzig 1793. 8.) Es gleicht sehr den Electrometern Cavallo's und Saussüre's, nur dass ich statt der beiden Metalldrähte mit Holundermark - Kügelchen, zwei dünne, 3 Zoll lange cylindrische Strohhälmchen nehme, die an einem feinen Drahte in dem Glase hängen. Es hat einen gleichförmigern Gang als jene, und die Grade von Electricität lassen sich besser längs der ganzen Ausdehnung der Scale messen. Entfernen sich die Enden um $\frac{1}{2}$ Linie von einander, so ist das eine Divergenz von 1°. *Volta.*

Doch kann ich diese so geringe Electricität an beiden merkbar machen, ja selbst ihre Art, ob sie positiv oder negativ ist, bestimmen, wenn ich dabei den *Condensator* zu Hülfe nehme; ein Instrument, dessen Construction die sorgfältigste Aufmerksamkeit verdient. *)

4. Der beste Condensator, den ich am häufigsten brauche, besteht aus zwei Messingscheiben, jede von 2 bis 3 Zoll Durchmesser, deren Oberflächen gut gereinigt, aufeinander abgerieben und polirt sind, so dass sie genau aufeinander schliessen. Die Flächen, welche bestimmt sind, aufeinander zu liegen, werden mit einer sehr dünnen Lage von Siegellack, oder noch besser von Lack-, Copal- oder Bernsteinfirniss überzogen, welche sie zwar hindern, sich unmittelbar zu berühren, nicht aber, sich einander möglichst zu nähern, welches bei so geringer Electricität besonders nöthig ist. An der entgegengesetzten Seite haben sie in ihrer Mitte gläserne, mit Siegellack überzogne Handgriffe, damit

*) Dieses Instrument, das ganz meine Erfindung ist, und das ich in den englischen *Transactions*, in Rozier's *Journal de Physique*, in meinen meteorologischen Briefen u. s. w. beschrieben habe, ist zwar allen Physikern bekannt; doch wird es nicht immer mit der Aufmerksamkeit und Vorsicht gebraucht, welche zum Glücken der folgenden Versuche, die ich in Gegenwart mehrerer, welche sie zu sehn wünschten, oft wiederhohlt habe, unumgänglich nöthig sind. *Volta.*

man ſie völlig iſolirt erhalten, und ſie iſolirt von einander entfernen könne. Man kann eben ſo gut auch andere Metallſcheiben nehmen, ja ſelbſt hölzerne Scheiben, die man ganz oder zum Theil mit Stanniol oder Blattſilber bekleidet, und mit Wachsleinwand oder Taffent überzieht, und zwar haben letztere den Vorzug, daſs ſie ſich von beträchtlicher Gröſse machen laſſen, ohne zu ſchwer zu werden. Allein dieſe Art von Condenſator iſt von einem ſehr viel eingeſchränktern Gebrauche; ſammelt ſich gleich auch hier die Electricität in der einen Scheibe, vermöge der Einwirkung der entgegengeſetzten Electricität in der andern, mit der Erde in leitender Verbindung ſtehenden Scheibe, der eigenthümlichen Wirkung der electriſchen Atmoſphären gemäſs an; ſo zerſtreut ſie ſich doch ſehr ſchnell, und geht in wenigen Minuten oder Sekunden in die andere Scheibe über, wofern ihr Ueberzug nicht auſserordentlich trocken iſt; und beſonders iſt Wachsleinwand ein ſehr ſchlechtes Trennungsmittel. In Scheiben, die mit Siegellack oder Harzfirniſs überzogen und gehörig trocken ſind, erhält ſich dagegen die angeſammelte Electricität, bei nicht allzufeuchter Luft, mehrere Stunden lang.

5. Mit einem ſolchen Condenſator ſtelle ich nun folgende Verſuche an: Ich bringe zwei gleiche Scheiben *Z* aus Zink und *S* aus Silber, (z. B. eine Münze,) zur Hälfte übereinander, daſs die Peripherie der einen durch das Centrum der andern geht, und befeſtige ſie in dieſer Lage mittelſt einer Schraube,

eines durchgeschlagnen Nagels, oder durch Löthung, so daſs sich kein fremder Körper zwischen ihnen befindet. Darauf fasse ich die Zinkscheibe *Z* mit den Fingern, und bringe die Silberscheibe *S* einige Zeit lang mit dem Deckel des Condensators, dessen untere Platte mit dem Boden verbunden ist, in Berührung, wobei sich die Electricität des Silbers in ihm anhäuft, seiner Capacität und der Kraft entsprechend, welche ihm die Einwirkung der untern Platte ertheilt, wie ich das in meiner Theorie dieses Instruments gezeigt habe. Nehme ich nun die Silberscheibe fort, und hebe den Deckel des Condensators ab, so zeigt er, mit dem Hute meines Strohhalm - Electrometers in Berührung gebracht, an diesem Electrometer 2, 3, wohl selbst 4 Grad *negativer* Electricität. *)

*) Wenn sich die Strohhälmchen meines Electrometers um 2°, mithin ihre untern Enden um 1 Linie von einander entfernen, (2. Anm.,) so läſst sich nicht bloſs diese Spannung, sondern auch aus ihrem Zusammengehn oder Entfernen, wenn man ihnen eine geriebne Siegellack- oder Glasstange nähert, selbst die Art der Electricität, schon recht wohl erkennen. Bei 3 bis 4°, wo sich die Strohhälmchen um $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien entfernt haben, ist beides noch mehr in die Augen fallend; und man bedarf dazu keines Goldblatt - Electrometers, das um 4 bis 8 Linien divergiren, und dabei leicht an die Wände des Glases anschlagen würde. *Volta.*

6. Fasse ich dagegen das Silberstück *S* mit den Fingern, und bringe das Zinkstück *Z* mit dem Deckel des Condensators in Berührung; so zeigt der ansammelnde Deckel am Strohhalm-Electrometer 3 bis 4 Grad *positiver* Electricität.

7. Hierbei muss jedoch bemerkt werden, dass, wenn der Deckel des Condensators aus Kupfer besteht, der Zink ihn nicht unmittelbar berühren dürfe: denn das Kupfer treibt das electrische Fluidum fast mit gleicher Stärke als das Silber dem Zinke zu, so dass dieser sich dann zwischen zwei fast gleichen, einander entgegen wirkenden Kräften befinden würde, bei denen sich im Deckel nur höchst wenig, kaum wahrnehmbare Electricität anhäufen könnte. Man muss dann zwischen beide einen *Leiter zweiter Klasse*, d. i. einen feuchten Körper, bringen, da diese anderer Natur sind, und in der Berührung mit den Metallen ein sehr viel geringeres Erregungsvermögen, als zwei Metalle gegenseitig besitzen. Gewöhnlich lege ich ein Stück nass gemachter Pappe auf den colligirenden Deckel, und bringe damit den Zink in Berührung. Das electrische Fluidum, welches unaufhörlich vom Silber zum Zinke getrieben wird, strömt nun, ohne Widerstand zu finden, durch den feuchten Leiter in den colligirenden Deckel, und dieser äussert nun beim Aufheben ungefähr 3° *positiver* Electricität, während bei unmittelbarer Berührung zwischen dem Zinke und dem Kupferdeckel keine Wirkung wahrzunehmen ist.

8. Wenn der Condensator-Deckel aus Kupfer mit dem Silber in Berührung steht, so gelingt der Versuch ohne Dazwischenkunft eines feuchten Leiters, (5,) weil diese beiden Metalle fast eine gleiche electrische Kraft besitzen, und in ihrer gegenseitigen Berührung nur ein sehr schwacher Andrang vom Silber nach dem Kupfer entsteht, der es nicht zu hindern vermag, dass, vermöge des entgegengesetzten Andranges vom Silber zum Zinke, das electrische Fluidum aus ersterm in den letztern überströme. Das seiner Electricität beraubte Silber entzieht dem Deckel Electricität, und so zeigen sich endlich in diesem ungefähr 3° *negativer* Electricität.

9. Diese und ähnliche Versuche scheinen mir darzuthun, dass die Kraft, welche das electrische Fluidum impellirt, nicht in der Berührung eines der Metalle mit einem feuchten Leiter, sondern in der gegenseitigen Berührung beider Metalle, in ihrem Berührungspunkte, ihren Ursprung hat. Denn der erste und zweite Versuch, (5, 6 und 7,) zeigen, dass der Condensator mit ungefähr 3° Electricität geladen wird, gleich viel, ob die Zwischenwirkung eines feuchten Leiters ins Spiel tritt oder nicht.

10. Dass die Berührung des Metalles und der Finger an dieser Erregung der Electricität keinen Antheil habe, zeigt sich sogleich, wenn man die Versuche so anstellt, dass die Finger oder andere feuchte Leiter ganz ausser Spiel bleiben. Zu dem Ende braucht nur, während die eine Metallplatte

den Deckel des Condenſators berührt, die Capacität der andern iſolirten ſehr erhöht zu werden, welches z. B. geſchieht, wenn man ſie mit der innern Belegung einer nicht geladnen Leidener Flaſche in Berührung ſetzt, die nicht iſolirt ſeyn muſs, um viel Electricität aufnehmen zu können. Dann ladet ſich der Deckel des Condenſators, zwar nicht, wie zuvor, bis zu 5°, aber doch wenigſtens, nach Verſchiedenheit der Umſtände, bis auf 1 oder 2° — *E* oder + *E*, je nachdem er mit dem Silber oder dem Zinke in Berührung ſteht.

11. Schon vor mehrern Jahren, (in meinen Briefen an Gren 1796 und an Aldini 1798, die man in Brugnatelli's Annalen der Chemie findet,) *) habe ich ein anderes Verfahren beſchrieben, welches mir dieſelben Reſultate gegeben hat. Zwei mit iſolirenden Handgriffen verſehne Platten, eine von Zink, die andere von Silber, die genau zuſammenpaſsten und wohl polirt waren, (und eben dadurch, abgeſehn von ihrem Vermögen, Electricität zu erregen, fähig wurden, zugleich als Condenſator zu wirken, wie ich das in den angeführten Briefen weiter auseinander geſetzt habe,) zeigten, als ſie eine Zeit lang aufeinander gelegen hatten, beim Trennen an meinem Strohhalm-Electrometer ungefähr 3° Electricität, der Zink poſitive, das Silber negative. Da hier der Erfolg ohne alle Zwi-

*) Ueberſetzt in Ritter's *Beiträgen zum Galvanismus*, B. 1, St. 3. *d. H.*

ſchenwirkung feuchter Leiter ſtatt findet, welcher Urſach läſst ſich da der Impuls der electriſchen Flüſſigkeit anders, als lediglich der gegenſeitigen Berührung verſchiedenartiger Metalle zuſchreiben?*)

12. Wird das electriſche Fluidum denn aber gar nicht in der Berührung eines *Metalles* mit einem *feuchten Leiter* impellirt und erregt? Daſs dieſes wirklich geſchieht, habe ich durch viele andere Verſuche bewieſen, die man in den erwähnten Brieſen beſchrieben findet. Nimmt man zum feuchten Leiter *reines* oder *ſalziges Waſſer*, ſo iſt indeſs dieſer Impuls ſo äuſserſt ſchwach, daſs er ſich mit dem Impulſe bei zwei verſchiedenartigen Metallen, wie Zink und Silber oder Kupfer, nicht vergleichen läſst. Einige *concentrirte Säuren*, einige *alkaliſche Flüſſigkeiten*, die *Schwefelalkalien* u. ſ. w. machen hierbei jedoch eine Ausnahme, da ſie in der Berüh-

*) Um hierbei noch auffallendere Zeichen von Electricität zu erhalten, bringt Volta, nachdem die iſolirten Scheiben aus Zink und Kupfer in Berührung geweſen, und getrennt worden ſind, die eine mit dem Deckel, und zugleich die andere mit der untern Platte eines Condenſators, der auf einem Electrometer liegt, in Berührung, und wiederhohlt dieſes 10- bis 20mahl. Hebt er dann den Deckel des Condenſators auf, ſo divergirt das Electrometer an der untern Platte des Condenſators um 10 bis 20 Grad. (Volta's Brief an Delamétherie im *Journal de Phyſique*, t. 53, p. 311.) *d. H.*

ung mit verschiednen Metallen eine sehr merkliche
npulsion bewirken.

13. So wurde fast einerlei Menge von negativer
lectricität, nämlich 3°, im kupfernen Deckel des
ondensators angehäuft, die Silberscheibe mochte
in im ersten Versuche, (5,) unmittelbar, oder
ittelst einer mit Wasser genässten Pappe berühren.
Und gerade so viel positive Electricität, 3°, häufte
ch in ihm auf, wenn die Zinkscheibe mit der nas-
en auf ihm liegenden Pappe in Berührung gewesen
war, (7.)

14. Da zwei sich berührende Platten Zink und
ilber, gleich viel, welches ihre Grösse und Gestalt
t, stets einem guten Condensator, von der Art
wie ich ihn beschrieben habe, diese Grade von Ele-
tricität mittheilen,*) und ich die ansammelnde Kraft

*) Es kömmt hierbei, bemerkt Volta im *Journal de Physique*, a. a. O., keineswegs auf die Grösse der Fläche an, in der sich beide Metalle berühren; geschieht die Berührung auch nur in einigen Punkten, so ist doch die electrische Spannung bei Zink und Kupfer $\frac{1}{60}$ Grad des Strohhalm-Electrometers, und bei Zink und Silber ein klein wenig grösser. Dieses beweist Volta mittelst verschiedner Paare Zink- und Kupferplatten, deren Platten beide gleich und ähnlich, oder von sehr ungleicher Grösse oder Gestalt, und bald nur in einigen Punkten, bald in grössern Flächen in Berührung, bald an den Enden zusammengelöthet sind. Alle diese Plattenpaare geben mit-

des Condenſators, deſſen ich mich bediene, mit groſser Genauigkeit durch Verſuche beſtimmt habe, welche hier anzuführen zu weitläufig ſeyn würde;*) ſo war es mir nun leicht, die Intenſität oder Spannung zu beſtimmen, welche die Electricität in einer Zink- und einer Silberplatte, die ſich berühren, haben muſs; Spannungen, die ſich in ihnen erhalten oder erneuern, ſo lange die Platten in Berührung bleiben oder aufs neue in Berührung gebracht werden. Ein Condenſator, der die Electricität bis zum 120fachen anhäuft, bringt ſo z. B. nach der Berührung mit einer der beiden Platten, das Electrome-

telſt des Condenſators gleichmäſsig, eine wie die andere, Spannungen von $\frac{1}{60}$ Grad. *d. H.*

*) Ein ſolches Mittel iſt unter andern folgendes: Ich theile dem Deckel des Condenſators, während er auf der untern Platte ſteht, die mit der Erde verbunden iſt, mittelſt einer Leidener Flaſche, die bis auf 1, 2 oder 3° meines Strohhalm-Electrometers geladen iſt, eine gleich-ſtarke Electricität von 1, 2 oder 3° mit, und beobachte dann den Grad der Electricität, den der Deckel nach dem Aufheben am Electrometer zeigt. Je nachdem dieſer um das 100- oder 150fache gröſser iſt, hatte ſie ſich im Condenſator bis zum 100- oder 150fachen angehäuft und condenſirt. Da die Capacität des Strohhalm-Electrometers zu eingeſchränkt iſt, um eine ſo groſse Menge von Electricität zu faſſen, ſo bediene ich mich hierbei eines Quadranten-Electrometers, deſſen Scale ſich leicht mit jenem vergleichen läſst. *Volta.*

ter zu einer Divergenz von 2°; woraus ich schliefse, dafs die electrische Spannung des colligirenden Deckels, so lange er auf der untern Platte des Condensators aufstand, 120mahl kleiner, mithin nur von $\frac{1}{60}$ Grad gewesen sey, und dafs die Zink- oder Silberscheibe, die während dieser Zeit mit ihm in Berührung war, wenigstens dieselbe electrische Spannung gehabt haben müsse, weil sie sie diesem Deckel hat mittheilen können, so wie sie sie jedem andern Leiter, selbst der Leidener Flasche, wie wir weiterhin sehen werden, mittheilt. Dasselbe schliefse ich daraus, dafs bei einer 180-, 240-, 300fachen Condensirung, (die sich leicht in einem guten Condensator, dessen Platten gehörig polirt und überfirnifst sind, erhalten läfst,) das Strohhalm-Electrometer um 3, 4, 5 Grade divergirt; welches gleichmäfsig auf $\frac{1}{60}$ Grad Spannung in der Scheibe deutet, die man mit dem Deckel des Collectors in Berührung gebracht hat.

15. Dieses sind die Resultate, die ich erhalte, auf so verschiedne Art ich auch die beschriebnen Versuche abändere. Sie beweisen insgesammt, dafs die *electrische Spannung*, die in der gegenseitigen Berührung von Zink und Silber in jedem dieser beiden Metalle entsteht, $\frac{1}{60}$ Grad eines Strohhalm-Electrometers beträgt, und im Zinke *positiv*, im Silber *negativ* ist. Andere Metalle geben in ihrer gegenseitigen Berührung eine um so geringere Spannung, je weniger sie in dem Vermögen, Electricität zu erregen, von einander verschieden sind, und je näher

ſie in folgender Reihe oder Stufenfolge neben einander ſtehn: *Silber, Kupſer, Eiſen, Zinn, Blei, Zink;* *) in welcher Ordnung das electriſche Fluidum ſtets vom Vorhergehenden zum Folgenden getrieben wird. Es giebt indeſs einige Materien, welche die Electricität noch mit mehr Kraft, als das Silber, den andern Metallen, beſonders dem Zinke, zuzutreiben ſcheinen; nämlich *Reiſsblei*, mehrere Arten von *Kohle*, und beſonders der *ſchwarze kryſtalliſirte Braunſtein.* Letzterer erzeugt in ſeiner Berührung mit dem Zinke faſt eine doppelt ſo groſse Spannung als Silber und Zink, nämlich eine Spannung von $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{35}$ Grad.

16. Es iſt leicht abzuſehn, daſs die Zinkplatte, wenn ſie mittelſt eines wäſsrigen Leiters mit dem Deckel des Condenſators in Verbindung ſteht, dieſem nur dann ſo viel Electricität, daſs er bis zur Spannung von $\frac{1}{60}$ Grad gelangt, zuführen kann, wenn das Silberſtück entweder zwiſchen den Fingern gehalten wird, oder mit der Erde frei verbunden iſt, oder wenn ſie mit einem ſehr groſsen Leiter oder viel faſſenden Recipienten, wie z. B. mit einer groſsen Leidener Flaſche u. dergl., in Verbindung ſteht. Denn wäre die Silberſcheibe iſolirt, ſo könnte ſie dem Zinke und dem Condenſator nicht mehr Electricität

*) Man findet in meinen Abhandlungen dieſe *Stufenfolge* auf viel mehrere Metalle und Halbmetalle, ſelbſt auf Kieſe, Kohlen u. ſ. w., ausgedehnt. *Volta.*

ctricität ablaſſen, als durch die ſie auf eine Spannung von $\frac{1}{80}$ Grad käme. Gute Leiter müſſen ihr die Electricität, die ſie verliert, immer wieder zuführen; nur dann kann ſich die Electricität im Condenſator in dem angezeigten Grade anhäufen. — Daſſelbe iſt umgekehrt der Fall, wenn das Silber den Condenſator berührt. Denn bliebe dabei der Zink iſolirt, ſo nähme er aus dem Silber und dem Condenſator nicht mehr als das Wenige von Electricität auf, welches die Zinkſcheibe auf $\frac{1}{60}° + E$ bringt, als das *Maximum* möglicher Spannung.

17. Man ſieht hieraus, daſs, wenn ſich gleich zwei verſchiedne Metalle berühren, ſie doch, ſelbſt mittelſt des beſten Condenſators, keine Spur von Electricität geben können, wofern nicht, während das eine Metall mit dem Condenſator in Verbindung iſt, das andere mit einem groſsen Leiter, oder mit einem Recipienten von hinlänglicher Capacität in leitender Verbindung ſteht. Und doch habe ich 1796 ziemlich beträchtliche Zeichen von Electricität, lediglich mittelſt des Contacts zweier verſchiedner iſolirter Metalle, ohne Mitwirkung eines andern Leiters, oder ſelbſt des Condenſators, erhalten. Allein da in dieſem Verſuche die beiden Metalle ſich in groſsen, wohl polirten Flächen berührten, ſo verrichteten ſie zugleich das Geſchäft von *Erregern* und von *Condenſator*, wie das in den Abhandlungen bewieſen iſt, die ich 1797 bekannt gemacht habe. Man findet in ihnen mehrere Verſuche mit verſchiednen Metallplatten, die, wenn man ſie in Berührung

ſetzt, und darauf wieder trennt, am Electrometer ſehr merkliche Zeichen von Electricität geben.

18. Alle dieſe Verſuche, nach welchen die Zinkſcheibe wiederum 2, 3, $4^\circ + E$, die Silberſcheibe eben ſo viel Grade $- E$ zeigte, folgen aus denſelben Principien, nämlich daraus, daſs in der Berührung die Electricität vom Silber in den Zink ſo lange getrieben wird, bis eine Spannung von etwa $\frac{1}{60}$ Grad Electricität, negativer im erſtern, poſitiver im letztern, entſteht. *) Die Menge von Electricität, welche, um dieſe Tenſion hervorzubringen, der einen Scheibe von der andern mitgetheilt wird, iſt um ſo gröſser, da ſie, vermöge ihrer groſsen Nähe, (dem gegenſeitigen Conter-Balanciren der entgegengeſetzten Electricitäten entſprechend,) die Stelle vortrefflicher Condenſatoren vertreten.

19. So iſt es alſo auf alle Art bewieſen, daſs die *electriſche Spannung*, die poſitive im Zinke, wie die negative im Silber, ungefähr $\frac{1}{60}$ Grad des Strohhalm-Electrometers beträgt, und daſs ſie ſich in dieſem Zuſtande während der ganzen Zeit erhält, in der dieſe beiden Metalle ſich berühren, wofern dieſe nicht mit andern Leitern in Verbindung ſtehn, welche das erregte electriſche Fluidum aufnehmen oder fortleiten.

*) Einige Verſuche hatten mich anfangs glauben gemacht, dieſe Spannung ſteige nur bis auf $\frac{1}{200}$ Grad des Strohhalm-Electrometers. Allein ich habe mich ſeitdem überzeugt, daſs ſie viel ſtärker, und ſo iſt, wie ich ſie hier angebe. *Volta.*

20. Der überzeugendſte Beweis, daſs dieſes die wahre Spannung iſt, welche dieſe beiden Metalle in ihrer gegenſeitigen Berührung bewirken, erhielt ich durch eine Menge von Verſuchen, worin ich ſtatt Eines Paars mich *mehrerer Paare* ſolcher ſich berührender Metalle, Zink und Silber, oder Zink und Kupfer, bediente. Je nachdem ich 2, 3, 4 ſolcher Paare nahm, erhielt ich die 2fache, 3fache, 4fache Spannung, d. h. Spannungen von $\frac{2}{60}$, $\frac{3}{60}$, $\frac{4}{60}$ Grad; Gröſsen, die ich mittelſt meines Condenſators verificirte, der, wenn er z. B. 120mahl condenſirte, von einem einzelnen Paare bis 2° des Strohhalm-Electrometers geladen wurde, dagegen bei vereinter Wirkung von 2, 3, 4 Metallpaaren, ſich bis 4, 6, 8 Grad Divergenz lud. Dieſes war der groſse Schritt, der mich gegen Ende des Jahrs 1799 zu der Conſtruction des *neuen Apparats* führte, den ich *Electro-motor*, (*Electro-moteur*,) nenne, der alle Phyſiker in Erſtaunen geſetzt, und mir volle Genüge geleiſtet hat, (*m'a comblé de ſatisfaction*,) ohne mich doch zu überraſchen, weil die Entdeckung, die ich hier erzählt habe, mir im Voraus den Erfolg verbürgte. *)

*) Eine ſehr intereſſante Geſchichte der Entdeckung der wundervollen Voltaiſchen electriſchen Säule, welche Volta in ſeinem franzöſich geſchriebnen Briefe an Banks, (*Como den 20. März 1800*,) der im zweiten Theile der *Philoſophical Transactions for* 1800, No. 17, p. 403—431, abgedruckt iſt: (*Von der Electricität, welche durch bloſse Berührung*

21. Eine der einfachſten Methoden, dieſe Verſuche mit mehrern Metallpaaren anzuſtellen, iſt folgende: Man lege auf eine Silbermünze eine Zinkſcheibe, darauf eine in Waſſer getränkte Scheibe aus Pappe, Tuch, oder einen andern ſpongiöſen Körper, und fahre in dieſer Ordnung fort, bis man eine beliebige Menge ſolcher L gen oder Schichtungen, (*étages*,) in Säulenform übereinander gehäuft

leitender Körper verſchiedner Art erregt wird; in einem Briefe Alex. Volta's *an Sir* Joſ. Bank's; *vorgeleſen den* 26ſten Juni 1800,) zuerſt öffentlich bekannt gemacht hat, und der noch früher als in den *Transactions*, in Nicholſon's *Journal of natural philoſophy*, Juli 1800, in einem zweckmäſsigen Auszuge, (den der Leſer aus den *Annal.*, VI, 340, kennt, vergl. *Annalen*, VII, 190,) im Drucke erſchien. Eine vollſtändige Ueberſetzung von Volta's Brief findet man in Herrn Profeſſor Trommsdorff's ſchätzbarer *Allgem. chemiſchen Bibliothek des 19ten Jahrh.*, B. 1, St. 2, S. 1 — 22; ſie ſchien mir für die Annalen durch jenen Auszug und eine Menge ähnlicher Abhandlungen entbehrlich zu ſeyn. — *Electro - motor* müſste wohl unverändert in unſre electriſche Sprache übergetragen werden, da die Verdeutſchung: *Electricitäts - Erreger*, nicht ohne Zweideutigkeit ſeyn würde. Volta ſtellt dieſen Namen ſchon in ſeinem Briefe an Banks auf. Die *chemiſchen Wirkungen* ſind in dieſem Apparate, nach ihm, nur ſecondäre Effecte, d. h. Wirkungen des in der geſchloſsnen Säule unaufhörlich circulirenden electriſchen Fluidi. *d. H.*

iat, wie es beiliegendes Schema zeigt, worin S
Silber, Z Zink, H den feuchten Leiter bedeuten:

S Z H S Z H S Z H S Z H S Z H S Z H S Z *)

ſt der Apparat ſo vorgerichtet, ſo bringe man die
berſte Platte eines Metallpaars mit dem Deckel
es Condenſators in Berührung, während man die
nterſte Platte der Säule mit der Hand berührt oder
nit dem Boden in leitende Verbindung ſetzt; eine
edingung, von der ich gezeigt habe, warum ſie
unachläſslich iſt, (16.) So erhält der Condenſator
nittelſt 2 Plattenpaare eine Spannung von $\frac{2}{60}$, und
nittelſt 3, 4, 10, 20 Paare von Metallplatten,
pannungen von $\frac{3}{60}$, $\frac{4}{60}$, $\frac{10}{60}$, $\frac{20}{60}$ Grad, ſo daſs, wenn
er Condenſator 120mahl condenſirt, der Deckel
eſſelben, nach dem Aufheben, das Strohhalm-Ele-
trometer zu einer Divergenz von 4, 6, 8, 20,
o Grad bringt. **)

*) Statt dieſes Schemas iſt im Originale eine Säule
in Kupfer abgebildet, worin die Scheiben ſo von
unten nach oben aufeinander liegen, wie ſie hier
von der Linken zur Rechten aufeinander folgen.
Das Kupfer hat weiter nichts Merkwürdiges, als
daſs die Pappſcheiben etwas kleiner als die Me-
tallſcheiben ſind, weshalb ich es fortlaſſe. *d. H.*

**) Da die Intenſität der Electricität, wie Cou-
lomb gefunden hat, nicht, (wie Volta hier
und durch dieſen ganzen Aufſatz rechnet,) nach
den *einfachen* Entfernungen, ſondern nach den
Quadraten der Entfernungen zunimmt, bis auf
welche durch ſie ein leichtes Kügelchen abgeſto-

22. Warum es nöthig ist, zwischen jedes Metallpaar einen feuchten Leiter zu bringen, erhellt hinlänglich aus dem, was ich in 7 bemerkt habe. Ohne ihre Dazwischenkunft würde jede Zinkplatte von beiden Seiten mit Silberstücken in Berührung stehn, und von zwei gleichen entgegengesetzten Kräften afficirt werden, daher das Resultat aller dieser Wirkungen dem der obersten und untersten Platte auf einander gleich seyn müsste. Wären diese verschiedenartige Metalle, so träte die Wirkung eines einzigen Plattenpaars und eine Tension von $\frac{1}{60}$ Grad ein; wären sie einerlei Metall, so fände selbst gar keine Wirkung statt. — Daher ist es unmöglich, eine verstärkte Wirkung, d. h. eine grössere Tension als von $\frac{1}{60}$ Grad, wie sie ein einziges Plattenpaar giebt, zu erhalten, wenn man bloss Silber- und Zinkstücke, ihre Gestalt und Grösse sey welche sie wolle, ohne Zwischenwirkung eines dritten feuchten Leiters, der von minderer Energie ist, (8,) übereinander schichtet.

ssen wird; so sind Volta's Aussagen nicht in aller Strenge richtig; besonders würde bei 20facher und 40facher Intensität die Divergenz merklich geringer als 20 und 40 Grad seyn. Doch beruht der grosse Werth dieses Aufsatzes überhaupt wohl nicht auf der Genauigkeit der Zahlbestimmungen, und es würde unrecht seyn, Volta'n darüber in Anspruch zu nehmen; diese wird uns wahrscheinlich Coulomb durch Versuche mit seinen Drehwagen nachtragen. *d. H.*

23. Selbſt durch Uebereinanderſchichtung von drei verſchiedenartigen Metallen und mehrern, läſst ſich, ohne feuchte Leiter, keine Verſtärkung der Electricität bewirken, weil die Kraft, womit die Leiter erſter Klaſſe ſie in ihrer gegenſeitigen Berührung aus dem einen in den andern treiben, in beſtimmtem Verhältniſſe ſteht. Das heiſst: geſetzt, das Silber treibe das electriſche Fluidum dem Kupfer mit einer Kraft = 1, das Kupfer dem Eiſen mit einer Kraft = 2, das Eiſen dem Zinne mit einer Kraft = 3, dieſes dem Bleie mit einer Kraft = 1, endlich das Blei dem Zinke mit einer Kraft = 5 zu; ſo treibt Silber dem Zinke, den es unmittelbar berührt, die Electricität mit einer Kraft = 12; Kupfer dem Zinne mit einer Kraft = 5, und Eiſen dem Zinke mit einer Kraft = 9 zu, u. ſ. w. So iſt immer die Kraft oder Impulſion, mit der zwei Metalle auf das electriſche Fluidum wirken, der Summe der Kräfte der in der Reihe der Metalle zwiſchen ihnen liegenden gleich. In einem bloſs aus Metallen errichteten Apparate iſt es daher gleichgültig, ob die zwiſchen der oberſten und der unterſten Platte liegenden Metallplatten da ſind oder nicht; und wie man dieſe auch ordnen möge, immer iſt die electriſche Kraft völlig dieſelbe, welche entſteht, wenn die beiden Endplatten ſich unmittelbar berühren.

24. Dieſes artige Verhältniſs, dieſe regelmäſsige Gradation in den electriſchen Kräften der Metalle, und überhaupt der Leiter erſter Klaſſe, das ich

gleich im Anfange meiner hierher gehörigen Unterſuchungen aufgefunden, und in verſchiednen Aufſätzen umſtändlicher entwickelt habe, benimmt uns die Möglichkeit, einen verſtärkten Apparat bloſs aus Metallen zu erbauen, welches gewiſs unendlich bequemer und dauerhafter ſeyn würde. Allein deshalb darf man die Erfindung eines andern *Electromotors*, der ganz aus feſten Körpern beſtünde, nicht für unmöglich erklären. Hierzu würde die Auffindung eines feſten Leiters ohne alle Erregungskraft, (oder der ſie in einer ganz andern Beziehung beſäſse,) den man ſtatt der feuchten Leiter zwiſchen die Metallpaare bringen könnte, hinreichend ſeyn; eine Entdeckung, die mir zwar ſehr ſchwierig, aber doch nicht ganz unmöglich ſcheint.

25. Zum Glück findet zwiſchen den Metallen oder Leitern erſter Klaſſe, und den feuchten Leitern oder denen zweiter Klaſſe kein ſolches regelmäſsiges Verhältniſs, und keine ſolche beſtimmte Gradation ſtatt, (ſie würde ſie zu Einer Klaſſe reduciren,) ſonſt könnte ſelbſt das Zwiſchenlegen feuchter Leiter keine verſtärkte Wirkung vermitteln. Zwar äuſsert ſich in der Berührung eines Metalles mit einem feuchten Leiter eine kleine electriſche Wirkung; allein ſie iſt weit geringer als die zwiſchen zwei ſehr verſchiedenartigen Metallen, (22,) und iſt auſser allem Verhältniſſe mit der, welche die Metalle gegenſeitig äuſsern. Wenn z. B. das Silber das electriſche Fluidum in den Zink mit einer Kraft = 12, und der Zink es in das Waſſer mit einer

Kraft = 1 treibt, so würde, wenn hier das nämliche Verhältniſs wie unter den Metallen ſtatt fände, das Silber die Electricität mit einer Kraft = 13 dem Waſſer zutreiben; allein das geſchieht nur mit einer Kraft, die ebenfalls ungefähr = 1 iſt. Zwiſchen den Leitern erſter und zweiter Klaſſe findet daher nicht eine ſolche Uebereinſtimmung zwiſchen Wirkung und Kraft ſtatt, wie ſie den Metallen eigen iſt.

26. Iſt es mir durch Zwiſchenlegen von feuchten Leitern zwiſchen je zwei Metallpaare geglückt, eine verſtärkte electriſche Spannung zu erhalten, die lebhaftere Zeichen von Electricität, heftigere Schläge, Funken u. ſ. w. giebt; ſo iſt dieſes bloſs dem zuzuſchreiben, daſs zwiſchen electriſchen Erregern erſter und zweiter Klaſſe eine gänzliche Verſchiedenheit in den Verhältniſſen obwaltet.

27. Man wird fragen, ob das Verhältniſs, das zwiſchen der Electricität-erregenden Kraft der Leiter erſter Klaſſe ſtatt findet, (23,) dem jedoch Leiter beider Klaſſen in ihrer Berührung nicht unterworfen ſind, ſich nicht auch auf die Leiter zweiter Klaſſe erſtrecke. Wäre dieſes der Fall, ſo müſste es eben ſo wenig, wie aus bloſsen Metallen, (22, 23,) möglich ſeyn, lediglich aus ihnen einen Apparat vorzurichten, der wirkſam genug wäre, um Schläge und Funken zu ertheilen.

28. Indeſs hat die Natur dieſen ſchätzbaren Vorzug wirklich den electriſchen Organen des *Krampfſiſches* und des Surinamſchen *Zitteraals*, (*Gymnotus electricus*,) ertheilt, die lediglich aus feuchten Lei-

tern ohne alles Metall beſtehn; ein Kunſtwerk, das man nicht ſäumen wird nachzuahmen. Dann wird man aber entweder bei dieſen Körpern ein durchaus verſchiednes Verhältniſs in ihren electriſchen Kräften, das nicht in der regelmäſsigen Gradation, wie bei den Leitern erſter Klaſſe, ſteht, annehmen, oder ſie noch weiter abtheilen und noch eine dritte Klaſſe von Leitern aufſtellen müſſen, ſo daſs die Leiter jeder Klaſſe für ſich in den Aeuſserungen ihrer erregenden Kraft übereinſtimmen, ohne doch in ihren Wirkungen mit denen anderer Klaſſen denſelben Verhältniſſen unterworfen zu ſeyn.

29. Vielleicht daſs dieſe dritte Klaſſe von Leitern zugleich als Erreger wirkt, und aus Körpern beſteht, die mit Flüſſigkeiten getränkt ſind, welche ſich in einem durch unſre Sinne nicht wahrzunehmenden Grade coaguliren und fixiren, in welchem Falle man ſie nur uneigentlich feuchte Leiter nennen könnte. Man müſste denn hierher viele thieriſche Stoffe, als: Muskeln, Sehnen, Membranen, Nerven u. ſ. w., rechnen, die auch wirklich im friſchen Zuſtande beſſere Leiter ſind, als das reine oder ſalzige Waſſer. Es iſt ſelbſt zu vermuthen, daſs in den electriſchen Organen des Krampfſiſches die kleinen Lagen oder Häutchen, die in jeder Säule eine über der andern liegen, abwechſelnd aus Leitern beſtehn, die zur zweiten und zur dritten Klaſſe gehören, und ſo gereiht ſind, daſs jede Lage, oder jedes heterogene Paar der dritten Klaſſe, von dem andern durch einen Leiter zweiter

Klasse, d. i. durch eine feuchte Lage, getrennt wird. Dieses ist wenigstens die Vorstellung, die ich mir von dem electrischen Organe des Krampffisches mache, das bloss aus leitenden Körpern besteht, und das sich lediglich mit meinem electrischen Apparate vergleichen läst, mit dem es in Construction, Gestalt und Wirkungen viel Aehnliches hat. *)

*) Nach Volta's Briefe an Banks, (S. 439, Anm.,) giebt eine Säule aus 20 Lagen Erschütterungsschläge, die denen eines äusserst ermatteten Krampffisches völlig gleichen; aus einer Säule von 60 Lagen kann man stärkere Schläge erhalten, als sie der Krampffisch ertheilt; und so wie dieser in der Luft heftigere Erschütterungen als im Wasser ertheilt, sind auch die Schläge der Säule viel empfindlicher, wenn die Enddrähte in zwei verschiedne Wasserbehälter geleitet, und diese durch den Körper in leitende Verbindung gesetzt werden, als wenn beide Enddrähte mit einem Wasserbehälter communiciren, und man in diesen beide Hände steckt, (da in diesem Falle nur ein Theil des electrischen Stroms durch den Körper, als den bessern Leiter, geht.) „Man weiss," sagt Volta, „aus der Zergliederung des Zitterrochens und des Zitteraals, dass ihre electrischen Organe aus mehrern membraneusen Säulen bestehn, die in ihrem Innern, von einem Ende zum andern, mit einer grossen Menge dicht auf einander liegender, vielleicht durch irgend eine Feuchtigkeit von einander getrennter, sehr dünner Scheiben oder Häutchen gefüllt sind. Es lässt sich nicht annehmen, dass einige dieser Scheiben

Nichtleiter sind, die durch Reibung, oder, gleich kleinen Electrophoren, geladen würden, oder, wie Nicholson meint, wenigstens die Stelle eines guten und dauerhaften Condensators vertreten könnten. Denn, Fett und einige ähnliche Flüssigkeiten ausgenommen, leiten alle lebende oder frische thierische Stoffe die Electricität besser als Wasser; und weder das Fett, besonders wenn es, wie im lebenden Thiere, halb oder ganz flüssig ist, noch jene Flüssigkeiten, sind eine electrische Ladung anzunehmen oder zu behalten fähig. Ueberdies sind die Häutchen und Flüssigkeiten im Organe des Krampffisches weder fett noch öhlig. Da dieses Organ bloss aus leitenden Stoffen besteht, so läfst es sich vielmehr weder mit dem Electrophor, noch mit der Leidener Flasche, noch mit irgend einer andern Vorrichtung vergleichen, wo isolirte Körper durch Reibung electrisirt werden, sondern lediglich mit meiner electrischen Säule. — Nach dieser Analogie mit der Säule zu urtheilen, scheint der Mechanismus, durch den der Krampfrochen Stöfse ertheilt, darauf zu beruhen, dass er einige von einander entfernte Theile seines electrischen Organs, (entweder einzelne Säulen, oder vielleicht die Häute, welche in jeder Säule wie dünne Scheiben übereinander liegen,) einander nähert, indem er die Säulen zusammendrückt. Oder vielleicht läfst er, wie ich fast vermuthe, im Augenblicke des Stofses zwischen die Häutchen und Zwischenwände eine Feuchtigkeit fliessen. Die Erregung der Electricität und alles Uebrige der electrischen Wirkung, ist nur eine nothwendige Folge der Einrichtung des electrischen Organs, das aus vielen Reihen von Leitern besteht, die

wahrscheinlich verschiedenartig genug sind, um in ihrer gegenseitigen Berührung das electrische Fluidum zu erregen, und die vermuthlich so nebeneinander liegen, dass sie es alle nach einerlei Richtung treiben. — Eine mit Wachs umzogne electrische Säule giebt auch unter Wasser Schläge. Wenn man mehrere solcher Säulen nebeneinander stellt, die sich nach Belieben verbinden oder ausser Gemeinschaft setzen liessen, so würden sie dem electrischen Organe des Zitteraals ziemlich ähnlich werden. Um sie diesem im Aeussern noch ähnlicher zu machen, könnte man sie durch biegsame Drähte oder wurstförmige Stahlfedern untereinander verbinden, und nach ihrer Länge mit einer Haut überziehn, die sich in Kopf und Schwanz endigte." *d. H.*

III.

UNTERSUCHUNGEN

über die Natur der Voltaischen Säule,

von

Dr. J. C. L. Reinhold,

in einem Briefe an den Herausgeber. *)

Leipzig den 20sten Febr. 1802.

Sie erhalten hier meine Unterſuchungen über die *Natur der Voltaiſchen Säule*, *ſowohl im ungeſchloſsnen*, als *im geſchloſsnen Zuſtande*, als eine Fortſetzung der Forſchungen über den Galvanismus, die ich Ihnen in meinem vorigen Briefe mitgetheilt habe. (S. 301.) Schreiben Sie es der Wichtigkeit dieſes Gegenſtandes zu, wenn Sie mich meinem Vor-

*) Ich laſſe dieſen ſcharfſinnigen Verſuch, die electriſche Theorie von Volta's Säule bloſs aus den Geſetzen der Vertheilung der Electricität abzuleiten, unmittelbar auf die beiden vorigen Aufſätze folgen, da er mir in dieſer Zuſammenſtellung beſonders lehrreich zu ſeyn ſcheint, ſo wenig ich auch in der Hauptſache dem Herrn Verfaſſer ganz beiſtimmen kann. Ihm war Volta's Theorie, mit den Belegen, welche die beiden vorigen Aufſätze aufſtellen, noch unbekannt; dieſes darf der Leſer nicht überſehn, um Hrn. Dr. Reinhold's dankenswerthem Bemühen alle Gerechtigkeit widerfahren zu laſſen. *d. H.*

fatze ungetreu finden. *) Nie beforgte ich mehr, Ihren Erwartungen nicht zu entfprechen, als bei diefer Bearbeitung eines Gegenftandes, der felbft nach Volta's Auffchlüffen, fo weit fie bis jetzt bekannt geworden find, dem Phyfiker noch fo manches zur Beantwortung vorlegt. Doch will ich nicht länger fäumen, Ihrer Prüfung zu übergeben, was Verfuche und Nachdenken mich hierüber lehrten.

1. Es ift bekannt und durch Verfuche erwiefen,**) dafs, während des wechfelfeitigen Contacts *zweier* in Rückficht ihrer Verwandtfchaft zum Sauerftoffe verfchiedner *Metalle*, das oxydirbarere Zeichen von $+E$, das minder oxydirbare von $-E$ giebt. Die Quantitäten beider Electricitäten find fich gleich, und bei mangelnder Ableitung, alfo bei ifolirten Metallen, am wahrnehmbarften und ftärkften. Doch läfst fich jede derfelben einzeln ableiten, indefs das andere Metall ifolirt bleibt, wobei die am ifolirten vorhandne Electricität fogleich zum Doppelten ihrer vorigen Gröfse fteigt. ***) Andere fefte Leiter der Electricität, z. B. die gut ausgebrannte Holzkohle,

*) Vergl. S. 367.

**) Durch Cavallo's *vollft. Abhandl. der theor. und prakt. Lehre von der Electricität*, 4te Ausgabe, B. 2, S. 346 folg.; vorzüglich aber durch Volta in Gren's *neuem Journal der Phyfik*, B. 2, S. 143, 167, B. 4, S. 101 folg, 128 folg. R.

***) Volta in Gren's *n. Journal der Phyf.*, B. 4, S. 474. R.

geben dieselben Erscheinungen. — Die Art aber, wie diese Electricitäten entstehn, und die Ursach, wodurch sie erzeugt werden, ist für uns in ein Dunkel gehüllt, welches nähere Aufschlüsse über die Natur dessen, was wir Electricität nennen, allein zu zerstreuen vermögen.

2. Nichts diesem Aehnliches bemerken wir, wenn *ein fester Leiter einen feuchten berührt;* nur dann scheinen Ausnahmen statt zu finden, wenn dieser die Oxydation jenes bedeutend abzuändern vermag. Beispiele hiervon liefern uns die an Metalle gebrachten Säuren. Aber gerade sie sind es, welche Electricität in vorzüglichem Grade leiten, besser, als die übrigen von Volta in die zweite Klasse gestellten feuchten Leiter. Wir lassen demnach das in 1 aufgestellte Gesetz entweder für die erste Klasse allein gelten, und nehmen an, daſs der von der Säure berührte Theil des Metalles in Hinsicht der Electricitätserzeugung als heterogen auf den übrigen, nicht an die Säure grenzenden Theil wirkt; oder wir geben zu, welches wohl das natürlichere seyn dürfte, daſs diese Erscheinungen sich so oft darbieten, als *zwei, die Electricität gut leitende, und in Rücksicht ihrer Oxydirbarkeit verschiedne Stoffe* sich wechselseitig berühren. Versuche, welche die während des Contacts in der Säure vorhandne Electricität bestimmten, könnten hierüber Aufschluſs geben. Gewiſs ist es, und durch eine lange Reihe von Versuchen, welche ich hierüber angestellt habe,

habe, entschieden, dass Lagen von Metall und Säuren ohne Dazwischenkunft einer wässrigen, (in minderm Grade leitenden,) Flüssigkeit, sich eben so wenig zur Batterie zusammenschichten lassen, als dieses bei übereinander gelegten Plattenpaaren der Fall ist. — Aber sollte die Berührung zwischen Metall und einem der übrigen feuchten Leiter gar nichts diesem Aehnliches geben, keine Electricität erzeugen? So wenig dieses im Allgemeinen geläugnet werden kann, so scheint doch, nach Versuchen zu urtheilen, die Menge derselben so unbedeutend zu seyn, dass sie in Hinsicht der, die aus dem Conflict oben benannter Leiter entspringt, = o genommen werden muss. Volta hat dieses umständlich bewiesen,*) so wie ich gleichfalls nicht die mindeste Spur einer Action in Ketten entdecken konnte, wo

*) Gren's *neues Journal der Physik*, B. 4, S. 132 folg. Dass diesem die Resultate der a. a. O. S. 128 folg. angeführten Versuche keinesweges widersprechen, erhellt theils aus dem S. 132 Vorgetragnen, theils aus mehrern, S. 129, Z. 11 von unten u. folg., befindlichen Stellen, wo Volta die hier bemerkbaren Electricitäten aus der wechselseitigen Berührung der Duplicatorscheibe und des an ihr liegenden Metalles, keinesweges aber aus dem Contacte dieses und des an seinem andern Ende befindlichen feuchten Leiters herleitet. Dass, dieses angenommen, die frühern Beobachtungen Volta's ihre volle Gültigkeit behalten, davon wird jeder sich sogleich selbst überzeugen. *R.*

heterogene Metalle einen feuchten Leiter einſchloſſen, ohne ſich ſelbſt zu berühren. *)

3. Ganz anders verhält es ſich, wenn eine oder beide der in 1 erzeugten Electricitäten mit einem *feuchten, minder vollkommnen Leiter* (*H*) in Verbindung treten. Sie wirken, da ſie durch denſelben nicht abgeleitet werden können, *vertheilend* auf ihn, und bringen ſo an den Punkten der Berührung die ihrige, an den gegen über liegenden die dieſer entgegengeſetzte Electricität hervor. Daſs dieſe vertheilten Electricitäten ſich in geſchloſsner Kette mächtiger, als in ungeſchloſsner äuſsern, wird die Folge lehren, und daſs die im feuchten Leiter *H* durch Vertheilung erregte Electricität der ihm vom feſten Leiter an der Berührungsfläche mitgetheilten an Intenſität gleiche,**) und nur durch einen gröſsern räumlichen Abſtand vermindert werde, zeigt, wie wir unten ſehen werden, jede galvaniſche Batterie,

*) Die hierher gehörigen Verſuche werden Ihnen aus meinem vorigen Briefe erinnerlich ſeyn. [S. 333, 5.] *R.*

**) So wird z. B. in *KZ*, wo *K* Kupfer, *Z* Zink bedeutet, *Z* $+E$, *K* $-E$ haben. Man lege an jedes derſelben einen feuchten Leiter, (*H*,) ſo daſs hieraus *HKZH* entſteht; hier wird das an *K* befindliche *H*, da, wo es dieſes berührt, $-E$, an der entgegengeſetzten Fläche $+E$; das an *Z* liegende aber, an der *Z*fläche $+E$, an der andern $-E$ zeigen. *R.*

jede durch mehrere Glasröhren fortgeleitete Gasentwickelung. *)

4. Das Verdienst, *die Electricitäten des feuchten Leiters* am Electrometer gezeigt zu haben, gebührt Erman, der hierüber so interessante als belehrende Versuche angestellt hat. **) Doch lassen sie sich auch auf einem andern Wege darstellen. Ich sprach hiervon in meinem vorigen Briefe, und will Ihnen jetzt mehrere hierher gehörige Versuche anführen.

Es ist durch ältere wie durch neuere Versuche erwiesen, dass positive Electricität die oxygengebende, negative Electricität die hydrogengebende ist. ***) Wir dürfen demnach da, wo durch Electricität Sauerstoff hervorgebracht wird, auf die Gegenwart jener, wo Wasserstoff durch sie erscheint, auf das Vorhandenseyn dieser schliessen; eine Wahrheit, welche folgende Versuche einleitete. ****)

*) Einen den zweiten Punkt erweisenden Versuch lieferte z. B. Huth, *Annalen der Physik*, B. 10, S. 43 — 46. *R.*

**) *Annalen*, B. 8, S. 207 folg.; B. 10, S. 2 folg. *R.*

***) Vergl. meinen vorigen Brief S. 348. *R.* — [Wichtige und völlig entscheidende Versuche hierüber in einem der nächsten Hefte der Annalen. *d. H.*]

****) Die bei diesen Versuchen angewandten Batterien bestanden aus Kupfer, Zink und kochsalznasser Pappe in 20 bis 40 Schichtungen; sie waren in zwei Schenkel getheilt, und ihr Schema $KH + x\,(KZH) + K$. *R.*

a. Die Pole einer so eben errichteten Batterie wurden mittelst Metalldrähte, (die bald vom feinsten Silber, bald vom feinsten Golde waren,) mit den *Stengeln blühender Tulpen* und *Hyacinthen* verbunden. Nur wenn die Drähte einander sehr genähert wurden, war eine schwache, partielle *) Schliessung vorhanden, **) welche zunahm, so bald ich den Stengel mit einer leitenden Flüssigkeit benetzte. Sie ging fast zur totalen über, wenn ich da, wo die Polardrähte anlagen, die Oberhaut aufritzte oder abschälte. Ich stach nun in einer Entfernung von 1 bis 2 Zoll die Drähte oberflächlich in den Stengel ein, und liess so die Kette einige Zeit, (1 bis 8 Stunden,) geschlossen. Constant quoll eine helle, durchsichtige, schaumige, geruchlose Feuchtigkeit aus der Wunde am *Hydrogenpole*; die Spitze dieses Drahts überzog sich mit einer dunkelbraunen Masse, in Geschmack und Consistenz einem Pflanzenextract ähnlich, die sich aber sogleich mit etwas lauem Wasser abwischen liess; und die Farbe um diesen Draht zeigte eine grössere Tiefe, welche sich nach dem Oxygenpole hinzog, und so allmählig verlief, sich aber nur wenig über den Ort, wo dieser Draht eingestochen war, hinauf erstreckte.

*) Im Ritterschen Sinne. *R.*

**) Die Stengel mit dünner Oberhaut leiten besser als die, welche mit einer dickern bedeckt sind; Hyacinthen besser als Tulpen. (Dasselbe gilt für einzelne Theile derselben Pflanze.) *R.*

Uebrigens war hier der Stengel gefund und frifch. — Ganz andere, den vorigen entgegengefetzte Phänomene bot der *Oxygenpol* dar. Hier war die Spitze der Silberdrähte bald weifsgrau, bald fchwarz oxydirt, und an Golddrähten etwas dunkler oder faffrangelb gefärbt. Bei jenen wurde die Wunde bald fchwarz, welche Farbe in concentrifchen Ringen fich von hier, vorzüglich nach dem Hydrogenpole zu, verbreitete. Bei Golddrähten gefchah diefes nicht, fondern die Wunde umgab ein leichter, fich nach und nach vergröfsernder Kreis. In ihm fchien nach und nach alle Färbung verfchwunden, und der Stengel wie gebleicht, indefs fich weiter nach dem Hydrogenpole zu bald eine gelbgrüne, bald eine braunrothe Farbe zeigte, welche auch bei Silberdrähten über dem fchwarzen Ringe zum Vorfcheine kam. Immer war die Stelle an diefem Drahte und um denfelben eingefunken, die hier befindliche Feuchtigkeit nicht ausgefchwitzt, fondern verzehrt, der Stengel felbft verfchrumpft und an diefer Stelle geknickt. Bei ftark wirkenden Batterien und Golddrähten entftand einige Mahl an diefem Pole ein auffallender, dem der Salpeterfäure ähnlicher Geruch. Hauptfächlich war diefes an Hyacinthenftengeln der Fall. *) Endlich hing der Oxygendraht jedes Mahl

*) An einem fchneeigen Tage diefes Februars füllte ich zwei kleine irdene Gefäfse mit Schnee, welcher fich auf dem Eifenbleche vor meinem Fenfter gefammelt hatte; er war etwas wäfsrig, ohne jedoch zu zerfliefsen. Eine fehr wirkfame

feſt mit der Pflanze zuſammen, der Hydrogendraht nicht.

b. Dieſelben Reſultate erhielt ich, wenn die Polardrähte durch *Tulpen-* oder *Hyacinthenblätter* vereinigt waren. Sie leiteten beſſer als die Stengel; die *Blumenblätter* am allerbeſten. Ob in Rückſicht auf Leitungsfähigkeit zwiſchen dieſen ein Unterſchied ſtatt finde, den ihre Farbe beſtimme, ob z. B. die Blume der blauen Hyacinthe ſchlechter oder beſſer leite, als die der rothen u. ſ. w., darüber entſchieden dieſe Verſuche nichts. Am intereſſanteſten war mir das Farbenſpiel, welches die Hyacinthen darboten. Die blauen wurden da, wo der Oxygen-

Batterie von 48 Lagen wurde in das Fenſter geſtellt, und die beiden Gefäſse *a* und *b*, vermittelſt eines, von ſeiner Oberhaut entblöſsten, und auf den Schnee von *a* und *b* gelegten Tulpenſtengels verbunden; zugleich wurde durch Golddrähte der Oxygenpol in *a*, der Hydrogenpol in *b* geleitet. In beiden Gefäſsen fing die Schmelzung des Schnees am Oxygenpole an, wurde aber in beiden in gleicher Zeit vollbracht. Das Schneewaſſer in *a* ſchmeckte und roch, ſelbſt nachdem es $\frac{1}{4}$ Stunde aus der Kette genommen war, auffallend nach Salpeterſäure. Das in *b* zeigte nichts. Ich goſs etwas von *a* zur Lackmustinktur, die ich mit deſtillirtem Waſſer verdünnt hatte; ſie färbte ſich augenblicklich roth. Etwas von *b* zu dieſer gerötheten Brühe geſetzt, gab ihr ſogleich ihre erſte Farbe wieder. Die Glaſur in *a* und *b* war unverſehrt. *R.*

draht auflag, sogleich roth, am dunkelsten zunächst diesem Pole, lichter an den entferntern Stellen; Silberdraht färbte sie oft an der erstern schwarz. Eben so bestimmt erschien die grüne Farbe am Hydrogenstabe; fast schwarz in der Nähe des Pols ging sie durch mannigfaltige Nüancen zum Saftgrünen über. Eben so stieg die Farbe rother Hyacinthen am Oxygendrahte zu einer grössern Höhe; bei Silberstäben war sie dem Pole zunächst schwarz, stieg aber durchs Orange bis zur Röthe hinauf. Der Hydrogendraht gab ein sehr dunkles Grün, (*merde d'oye*,) welches sich bis ins Gelb durch die mannigfaltigsten Schattirungen von Grün durchzog. Gelbe Tazetten wurden an der Oxygenseite der Batterie durch Silber dunkelgrün, an der Hydrogenseite fast orange gefärbt.

c. Im Besitze dieser Erfahrungen, glaubte ich jene Stoffe zur nochmahligen Prüfung der *in den feuchten Leitern vertheilten Electricitäten* nunmehr dreist anwenden zu dürfen; und dieses geschah zur vollkommensten Bestätigung meiner obigen Behauptung (4.) So oft ich z. B. die untere Fläche *blauer Hyacinthenblätter* auf die Platten der Pole *) legte, und ihre obere Fläche durch Silberdrähte verband, wel-

*) Sie werden sich noch aus meinem vorigen Briefe der Endplatten, deren ich mich bediene, erinnern, (S. 303.) Bei schwachen Batterien gelingen diese Versuche am besten, wenn man die Blume mit etwas Wasser befeuchtet. R.

che die Kette schlossen, bemerkte ich auf der Platte des *Hydrogenpols* viel ausgeschwitzte Feuchtigkeit, auf der Platte selbst kein Oxyd, und die hier aufliegende Fläche des Hyacinthenblattes war grün gefärbt; die entgegengesetzte Fläche des Blattes war dagegen da, wo der verbindende Silberdraht auflag, roth, und der Draht selbst an dieser Stelle oxydirt. Das Gegentheil fand sich auf der Platte des *Oxygenpols*; sie war da, wo das Hyacinthenblatt gelegen hatte, oxydirt, und dieses meist schwarz, seltner, (und dieses gewöhnlich nur bei schwächern Batterien,) roth gefärbt, indess die andere Seite grün erschien, Feuchtigkeit ausschwitzte, den Silberdraht aber nicht oxydirte. Aehnliche Versuche mit andern farbigen Blumen übergehe ich; sie entsprechen diesem in allen, so wie sie sich aus dem, was oben, (*b*,) angeführt worden, vorhersagen liessen.

5. Dass sich auch an *Metall*, welches von zwei feuchten Leitern der Batterie eingeschlossen ist, *Vertheilung der Electricität* vorfindet, *) zeigt folgende Betrachtung. Sie wissen, dass mein Hydrogenpol sich mit *KHK*, mein Oxygenpol mit *ZHK* schliesst, (S. 305, Anm.) Wegen der in *H* gegenwärtigen Vertheilung wird das End*K* des Hydrogenpols $+E$, und das des Oxygenpols $-E$, in der Berührung mit *H*

*) Eigentlich wird Electricität wohl nie anders, als durch Vertheilung erzeugt und fortgepflanzt. *R.*

erhalten. Um zu ſehen, ob Vertheilung in ihnen vor ſich geht, verbinden wir ſie beide durch ein neues *H*, und ſchlieſsen ſo die Kette. Wären ſie bloſs einer Mittheilung fähig, ſo müſste nun das *K* des Hydrogenpols, wegen ſeines ihm mitgetheilten $+E$, in dieſem letztern *H* einen Oxygenations-Prozeſs, und das *K* des Oxygenpols wegen des ihm mitgetheilten $-E$ einen Hydrogenations-Prozeſs einleiten. Aber es geſchieht gerade das Gegentheil; ein Beweis, daſs, wo beide den ſie vereinigenden feuchten Leiter *H* berühren, jenes auf ihn mit $-E$, dieſes mit $+E$ einwirkt, und daſs mithin eine Vertheilung in den beiden Metallen *K* ſtatt gefunden habe. Wie und wodurch ſie aber entſtand, ſie, durch die es allein möglich war, das in der Conſtruction der Säule begründete Schema der Polarität zu retten, wage ich nicht mit Gewiſsheit zu beſtimmen. Doch ſcheint es mir, als trete hier ein ähnlicher Fall ein, als der oben, (S. 452,) angeführte, wo ein einziges Metall mit einem ſeine Oxydirbarkeit ſtimmenden Leiter der zweiten Klaſſe ſich zur wirkſamen Kette vereinigte. — Ich verſuchte nun, da ich kein Electrometer bei der Hand hatte, dieſe im Metalle gegenwärtige Vertheilung vielleicht auf anderm Wege zu verſinnlichen. Ich verband die Pole durch einen völlig reinen Silberdraht, den ich durch Blätter einer blauen Hyacinthe geſtochen hatte, wovon eines ſich genau in der Mitte des Stabes, die übrigen aber in gleicher Entfernung von einander befanden. Die Batterie blieb 6 Stunden geſchloſſen, allein we-

der Pflanzen noch Draht zeigten etwas; ſo innig war die Electricität an das Metall gebunden. *)

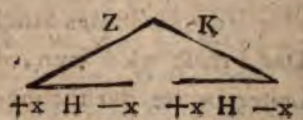
*) Wie vorzüglich die Metalle leiten, zeigt folgender Verſuch: Ich ſchnitt einen friſchen Hyacinthenſtengel, nachdem die Oberhaut abgezogen war, in drei gleiche Theile, *a*, *b*, *c*. Zwiſchen den Polplatten befand ſich, in gleicher Entfernung von beiden, eine dritte, *C*, von Kupfer und völlig rein. *A* bezeichne die Platte des Oxygen-, *B* die des Hydrogenpols. *A* wurde nun durch *a* mit *C*, und dieſes wieder durch *b* mit *B* verbunden, doch ſo, daſs beide auf *C* ſich nicht berührten, ſondern einige Zoll von einander entfernt blieben; *a* und *b* zeigten wie *A*, *B* und *C* ihre Polarität. Ich zerſchnitt nun *c* in mehrere Theile, welche ich einzeln, ohne daſs ſie weder ſich, noch *a* oder *b* berührten, auf *C*, zwiſchen *a* und *b* legte. Polarität war ſo wenig als ein anderer Unterſchied an ihnen oder an *C* zu bemerken. Noch glaube ich hier bemerken zu müſſen, daſs, ſo oft und ſo mannigfaltig ich auch Batterien durch angefeuchtete Blätter oder Stengel, ſelbſt haarige, ſchloſs, ich nie *eine beſtimmte Richtung* wahrnehmen konnte, welche mit Recht der Einwirkung der Pole allein hätte zugeſchrieben werden dürfen. — Zuletzt noch eine Frage, die ſich, da von Leitung durch Metalle die Rede iſt, mir ſo eben aufdrängt: Zugegeben, daſs reines Silberoxyd nicht leitet, wird dieſes, auch wenn es mit Waſſer angefeuchtet wird, der Fall ſeyn? Iſt dieſes, ſo kann Fourcroy ſehr richtig beobachtet, und doch nichts gegen Ritter gewonnen haben. (Vergl. Ritter's Beiträge, B. 2, St. 1, S. 8 folg.) *R.*

Dies ist es, was ich als Einleitung dem vorausschicken musste, was der eigentliche Gegenstand dieser Blätter ist, *der nähern Betrachtung der Batterie und ihrer Wirksamkeit.* Lassen Sie uns nun zusehen, ob das bisher Vorgetragne uns wirklich einen Aufschluss über beides gewähren kann.

6. Wir errichten die Batterie, und bringen zuerst eine Kupferplatte mit einer gleichen Platte von Zink auf einem isolirenden Stativ zusammen. Das Kupfer (*K*) erhält — *E*, der Zink (*Z*) ein diesem gleiches + *E*, (1.) Wir legen ferner auf beide, feuchte Leiter (*HKZH*), z. B. ein mit Wasser oder mit liquidem Salze angefeuchtetes Stück Tuch, Pappe u. dergl. Der Erfolg wird seyn, dass *K* im ersten feuchten Leiter an der Berührungsfläche — *E*, an der entgegengesetzten + *E*, im zweiten feuchten Leiter umgekehrt, *Z*, dort + *E*, hier — *E* hervorbringt. Beide Electricitäten würden sich in Hinsicht ihrer Intensität völlig gleichen, wenn nicht Nebenumstände, (z. B. grössere Ausdehnung, zu geringes Leitungsvermögen von *H* u. s. w.,) die Electricität, welche an den von den Metallen abgewandten Flächen vorhanden ist, in verschiednem Grade schwächten, (3.) *) Wir bringen endlich *H*

*) Dass ein Metall, welches auf das die Pole schliessende *H* gelegt wird, auf der Kupferseite Wasserstoffgas, auf der Zinkseite Sauerstoffgas im Gasapparate gebe; am Electrometer aber, dort Zeichen von — *E*, hier von + *E* darbieten könne, zeigt

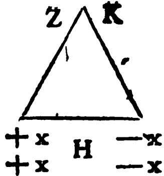
an *H*, und schliefsen so die Kette. In diesem Augenblicke werden beide Electricitäten *fast* zum Doppelten ihrer vorigen Gröfse steigen,*) weil jedem Pole, aufser der ihm eignen Electricität, eine fast gleiche Menge von dem andern, sofern er vertheilend wirkt, zugeführt wird. Wir wollen die in der geschlofsnen einfachen Kette vorhandne Action $= x$ setzen, und, je nachdem sie sich durch $+ E$, (oxygenirend,) oder $- E$, (hydrogenirend,) äufsert, mit $+ x$ und $- x$ bezeichnen. Die einfache ungeschlofsne Kette ist demnach in folgender Form:



S. 460. *R.* — [Wenn *M*, *m* Metalle bedeuten, so sind in *M H K Z H m*, *M*, *m* stets in demselben electrischen Zustande, welchen das Metall, das den feuchten Leiter *H* zur andern Seite berührt, als Erreger der Electricität annimmt, (also in diesem Falle *M* negativ-electrisch, wie *K*, und *m* positiv-electrisch, wie Z;) dieser ist, wie wir aus den beiden vorhergehenden Aufsätzen wissen, S. 393, 3, 4, und S. 428, 7, 9, 13,) durch Volta's Versuche aufser allen Streit gesetzt. *d. H.*]

*) Hat diese Erscheinung auf die von Erman, (*Ann.*, B. 8, S. 193 folg.,) und Ritter, (*eben das.*, S. 447 folg.,) gemachten Erfahrungen einen Bezug, und welchen? Wir werden ihrer weiter unten nochmahls erwähnen müssen, wo von der Ver-

enthalten, geht aber im Augenblicke der Schliefsung in diese:



über. — Wir haben hier, wie die Zeichen wirklicher Thätigkeit beweisen, die Pole da, wo *H* die Metalle berührt, indefs sich nichts diesem ähnliches, also Ruhe, Indifferenz, da findet, wo *Z* und *K* einander berühren. Und wirklich sieht man, dafs die Metalle *der einfachen Kette*, wenn einige Feuchtigkeit, z.B. Wasser, zwischen sie kömmt, sich eben so oxydiren, als es geschehn seyn würde, wenn jedes einzelne damit befeuchtet worden wäre.

7. Auf die ungeschlossne, oder in der Mitte von *H* geöffnete Kette (*A*) werde auf das an *Z* liegende *H* ein zweites, jenem völlig gleiches Plattenpaar (*B*) gebracht. Das *K* desselben ruht auf dieses *H*, und äufsert sich hier, kraft seiner aus dem Contacte mit *Z* entspringenden Action, mit — x. Aber ein gleiches — x durch *A* vermittelt, findet es hier; *) es mufs demnach — $2x$, das heifst, eine Action entstehen, welche der Summe der in *A*

bindung mehrerer Batterien zu Einer die Rede seyn wird. *R.*

*) Wenigstens fast dasselbe. Man darf diesen Bruch von x, $\frac{x}{y}$, nicht aus den Augen lassen; er erläu-

und B vorhandnen gleicht. Wo aber, und wie wird ſich die Action äuſsern? An K des zweiten Plattenpaares B? Unmöglich, denn dieſes kann nur eine Action $= x$ darbieten, welche als $+ x$, wenn es mit K von A, als $- x$, wenn es mit Z von B verbunden wird, erſcheint. Fehlen dieſe Beſtimmungsgründe, d. h., wird es weder mit K von A, noch mit Z von B, ſondern vielleicht mit Z von A verkettet, ſo kann es weder als $+ x$, noch als $- x$, d. h., es muſs $= 0$ erſcheinen. Die Wahrheit dieſer Ausſage wird ein Becherapparat *) ſowohl, als der Geſchmack beſtätigen; Sie werden nämlich bei jenem zwiſchen dem erſten Z und zweiten K faſt gar kein Gas oder Oxyd bemerken, **) ſo wie jeder galvaniſche Geſchmack fehlt, wenn Sie dieſes K allein, oder mit ihm zugleich das erſte Z mit der Zunge berühren. Es kann demnach die Action $= 2x$ erſt an Z des zweiten Plattenpaares B als wirklich thätig hervortreten, und zwar als $+ 2x$, weil dies die Natur der Ketten, ſo wie die Tendenz ihrer

tert vieles, ob er gleich durch Zahlen nicht auszudrücken iſt. *R.*

*) Mit ihm laſſen ſich Erſcheinungen ausmitteln, welche in der Säule zu beobachten ſchlechterdings unmöglich iſt. Ich habe mir nach eignen Ideen jetzt einen verfertigen laſſen, und ihm eine ziemliche Reihe von Verſuchen vorbehalten. *R.*

**) Daſs es nicht völlig fehlt, liegt an der Zuſammenſetzung des Apparats und andern Nebenumſtänden. *R.*

Kräfte gebietet. *) — Ein zweites *H* darauf gelegt, wird alſo an der Berührungsfläche $+ 2x$, an der entgegengeſetzten $- 2x$ **) behalten, und das Ganze, der bis jetzt gegebnen Anſicht zufolge, unter der Form:

$$\begin{array}{ccccc} & A & & B & \\ H & KZ & H & KZ & H \\ & +x & -x & +2x & -2x \end{array}$$

erſcheinen, wobei jedoch noch die Beſtimmungsgründe für die Polarität von der Hydrogenſeite uns fehlen.

*) Nach der Theorie Volta's, der ſich *Mittheilung* der Electricität durch den feuchten Leiter *H* hindurch denkt, ſtrömt aus Z des Plattenpaares *A* die Electricität in *K* des Plattenpaares *B* über; beide werden dadurch zu einerlei electriſchem Zuſtande, und dadurch Z des Plattenpaares *B* zum doppelten poſitiven gebracht, (ſiehe oben S. 397.) Dieſe Gleichheit des electriſchen Zuſtandes von Z und *K* je zweier benachbarter Ketten, die durch *H* getrennt ſind, bloſs durch *Vertheilung* der Electricität, (der einzigen Wirkſamkeit, die Herr Dr. Reinhold in der Voltaiſchen Säule annimmt,) und aus deren Geſetzen, von einer ſo geſchickten Hand, wie die des Herrn Verfaſſers, genügender und lichtvoller erklärt zu ſehn, werden vielleicht mehrere Leſer mit dem Herausgeber wünſchen, da dieſes gerade den Hauptpunkt in der Anſicht des Hrn. Verfaſſers zu betreffen ſcheint. *d. H.*

**) Vergl. S. 465, Note. *R.*

7. Es werde noch ein drittes Plattenpaar KZ, (C,) auf H des Plattenpaares B geſetzt; die Action muſs ſogleich auf $3x$ ſteigen, wird aber erſt an Z als $+ 3x$ zu Tage brechen, da ſein K, aus obigen Gründen, (6,) nur $2x$, und zwar, da es gewiſs die gröſsre Action kund macht,*) nur $+ 2x$ zeigen kann. Ein aufgelegtes H bekömmt nun, wie wir wiſſen, an der Berührungsfläche ebenfalls $+ 3x$, auf der andern Seite $- 3x$; ſo wie ein viertes hinzugefügtes Plattenpaar KZ an Z mit einer Action $= + 4x$ auftritt, indeſs ſein K nur $+ 3x$ darzubieten vermag, und ein viertes H an der Zfläche $+ 4x$, und an der entgegengeſetzten, wo es das fünfte Plattenpaar KZ berührt, $- 4x$ erhält, um das Z dieſes Plattenpaares mit $+ 5x$ wirken zu machen. Und ſo erfolgt das progreſſive Wachſen der *poſitiven* Action, ($+ E$,) in dieſer fünfkettigen Batterie nach folgendem Schema:

$$\begin{array}{ccccccccccc} & A & & B & & C & & D & & E & \\ H & KZ & H & KZ & H & KZ & H & KZ & H & KZ & H \end{array}$$

$$+x \quad -x \quad +x \quad +2x \quad +3x \quad +4x \quad +5x \quad -5x$$

8. Betrachten Sie nun die Batterie als mit $HZKH$ vom poſitiven Pole des Plattenpaares E anfangend, ſo erhalten Sie aus denſelben Gründen, (5 — 7,) folgendes Schema ihrer negativen, ($- E$,) Action:

A

*) Es würde $- x$ zeigen, wenn es mit ſeinem Z allein in Berührung wäre. R.

A		B	C	D	E	
H KZ	H	KZ H	KZ H	KZ H	KZ H	
$+5x$	$-5x$	$-4x$	$-3x$	$-2x$	$-x$ $+x$	$-x$

wobei ich nur dieses erinnern möchte, daſs eigentlich die verſtärkte negative Action an K allezeit hervorbrechen muſs.

9. Da wir ſo die Gröſse der in jedem einzelnen Gliede gegenwärtigen poſitiven, $(+E,)$ und negativen, $(-E,)$ Action beſtimmt haben, können wir nun endlich den wahren innern Zuſtand unſrer Batterie $= 5 . (HKZH)$ überſehn,*) der ſich nur allein durch Gegeneinanderhaltung der beiden aufgefundnen Schemata rein darſtellen läſst. Ihnen gemäſs iſt folgendes das Bild der ungeſchloſsnen Batterie, und der in ihren einzelnen Gliedern vorwaltenden Actionen:

A	B	C	D	E
$+x$	$+2x$	$+3x$	$+4x$	$+5x$
$-5x$	$-4x$	$-3x$	$-2x$	$-x$

Ziehen wir, wie wir müſſen, die kleinern von den gröſsern ab, ſo finden wir in A Action $= -4x$, in $B = -2x$, in $C = 0$, in $D = +2x$, und in $E = +4x$: alſo die gröſste poſitive Action in E,

*) Was Metalle an der nicht berührten Fläche der an den Polen befindlichen H's zeigen müſſen, ſagt S. 454 folg. — Hieraus erhellt, warum beim Becherapparate, wenn man die Polarbecher durch einen oxydirbaren Metalldraht verbindet, ſich dieſer im Hydrogen, nicht aber im Oxygenbecher oxydirt. *R.*

am Zink-; die gröſste negative in *A*, am Kupferpole; in *C* aber *o*, das heiſst, ſcheinbare Ruhe. Daſs aber dieſes Schema noch immer unvollkommen iſt, das beweiſt folgende Betrachtung. Erſt an *K* des erſten Plattenpaares *A* kann und muſs — $5x$ erſcheinen, denn *Z* dieſes Plattenpaares kann nach dem oben Angeführten nur — $4x$ zeigen; es wird demnach dieſes *K*, an welchem die poſitive Action im wahren Sinne = o iſt, nicht mit — $4x$, ſondern mit — $5x$, und ſo der Zinkpol mit vollem + $5x$ thätig ſeyn. Setzt man dieſe Betrachtungen fort, ſo läſst ſich genau der Ort, wo ſich der wahre Indifferenzpunkt vorfindet, beſtimmen, und, wie ſtark das Electrometer an einer beliebigen Platte divergiren werde, vorherſagen; und hiermit ſtimmen die ſchönen Ritterſchen Verſuche, (*Annalen*, B. 8, S. 445 f. und 460 f.,) aufs beſte überein. Ich füge dieſem allen noch einen Verſuch hinzu, der nur in wenigem von dem abweicht, welchen Ritter, *Annalen*, VIII, 460, beſchreibt, und der zur völligen Beſtätigung deſſelben dienen kann. Ich ſetzte aus 60 Paaren neuer, gut polirter Zink- und Kupferplatten, mit ebenfalls neuen und mit Kochſalz-Auflöſung getränkten Pappen, auf einem völlig iſolirten Stative, eine Batterie zuſammen, ſo daſs an ihr bei 1, 15, 30, 45 und 60 ſich eine meiner gröſsern Kupferplatten befand. Auf jede dieſer Kupferplatten wurde eine mit gekochtem Waſſer gefüllte Glasröhre gelegt, die mit zwei völlig reinen, ungefähr $\frac{1}{6}$ Zoll von einander

abſtehenden Silberdrähten verſehn war, und zwar ſo, daſs der eine Draht auf der Platte ſelbſt, der andere in einer ſeidnen Schlinge ruhte. Der Apparat blieb genau 48 Stunden in einem nicht geheitzten Zimmer ruhig ſtehen. Nach dieſer Zeit fand ich den Plattendraht auf 1, (dem Hydrogenpole,) völlig rein und unverändert; der ihm gegenüberſtehende war an der Spitze etwas angelaufen. Gleiche Erſcheinungen, nur in minderm Grade, boten die Drähte auf 15 dar; die auf 30 waren wie vor dem Verſuche; der Plattendraht auf 45 war etwas, der auf 60 in bedeutendem Grade oxydirt, und die ihnen gegenüber befindlichen Drähte unverändert. In der Glasröhre auf 1 war das Waſſer ungemein hell, auf 15 faſt eben ſo, auf 30 minder, getrübt auf 45, noch mehr auf 60. Die Batterie war nicht ein einziges Mahl geſchloſſen worden; ihre Platten waren von 1 bis 30 wenig oxydirt, wurden es aber immer mehr, je näher ſie von hier an 60 kamen. Auch die Pappen, (weiſse Kartenpappe,) zeigten einen bedeutenden Unterſchied; ſie waren von 1 bis 30 weniger, von hier bis 60 ſtark grün und braunroth gefärbt.

10. *Wir wollen nun die Batterie ſchlieſsen*, und zwar zuerſt *total*, durch Verbindung der Pole miteinander mittelſt eines in hohem Grade leitenden Stoffes, z. B. Metall. Die Electricitäten werden hier auf keinen an dieſes Metall gebrachten Körper reagiren, denn ſie ſind zu feſt an daſſelbe gebun-

den; *) wohl aber da, wo ſie einſtrömen, und auf der poſitiven Seite einen Oxygenations-, auf der negativen einen Hydrogenations-Prozeſs einleiten und fortſetzen, bis endlich da, wo ſie wirklich zuſammentreffen, gleichſam am Sättigungspunkte, ſcheinbare, durchs Balanciren gleicher Kräfte vermittelte Ruhe eintritt, wie es das *Voigtiſche*, (eigentlich wohl Ritteriſche,) *Goldblatt-Galvanometer* beweiſt, wenn Sie mit ihm die Kette ſchlieſsen. **) Daſs Ketten, die man jetzt zwiſchen beliebigen Gliedern der Batterie *total* oder *partiell* ſchlieſst, nichts äuſsern werden, folgt von ſelbſt.

Nicht ganz ſo iſt es, wenn wir unvollkommnere Leiter, hauptſächlich feuchte Stoffe, als: Pflanzen, thieriſche Organe, Waſſer u. ſ. w., die Schlieſsung, (*partielle*,) ***) vermitteln laſſen. Hier nämlich

*) Vergl. S. 463 und die Anm. daſelbſt. R.

**) Beſchrieben und abgebildet in: *Biſchoff de uſu Galvaniſmi in arte medica.* Ien. 1801, p. 69 ſeq. — Es gewährt ein in der That angenehmes Schauſpiel, wie das Goldblatt mit einem Funken überſpringt. R.

***) Als einen der niedrigſten Grade von partieller Schlieſsung können wir wohl den durch die Flamme vermittelten annehmen, (vergl. Ritter in den *Ann.*, B. 9, S. 335 folg.) — Golddrähte gaben die *Ritteriſchen Dendriten* vorzüglich ſchön. Ich erhielt ſie beſtimmt auch am Oxygendrahte, wenn ich beide Drähte, nachdem ſie einige Zeit in der Flamme geweſen waren, ſich auf einige Augen-

kann, wenigstens für uns, diese Ruhe kaum bemerkbar seyn, weil die durch wechselseitige Vertheilung aufeinander wirkenden und sich verstärkenden Pole hier unaufhörliche Action erzeugen. Dass es jedoch auch hier einen Indifferenzpunkt gebe, zeigen Erman's und meine Versuche, (*Annalen*, B. 8, S. 207, B. 10, S. 4 folg., und oben S. 456 f.) Dass übrigens partielle Schliessung durch totale aufgehoben werde, wie alles, was daraus folgt, versteht sich von selbst, und zeigt jede Batterie. — Die bei partieller Schliessung durch Sinnesorgane *) uns

blicke berühren liess, oder so wechselte, dass ich den Hydrogendraht jetzt an den Oxygenpol brachte. Eine Bestätigung von dem, was ich in meinem vorigen Briefe über die *Grunerischen Dendriten* äusserte. *R.*

*) Hier ein Paar Bemerkungen, deren Wichtigkeit es entschuldigen mag, dass ich sie an diesem Orte einschalte, und die beide die Aerzte vorzüglich angehn. Die erste betrifft die Anwendung des Galvanismus auf das Nervensystem. Ist es nicht sehr denkbar, dass wegen der Polarität, welche auch Nerven als feuchte Leiter haben müssen, wenn wir äusserlich z. B. den Oxygenpol anwenden, wir am andern Ende des Nerven, (im Sensorio, den Ganglien oder Anastomosen,) die entgegengesetzte Wirkung, in diesem Falle die hydrogenirende, haben? — Die zweite betrifft einen Fall, der, (auch abgesehn von seiner Seltenheit,) für theoretische und praktische Medicin von gleicher Wichtigkeit ist. Nach einem

kund werdende, unausgeſetzt fortdauernde Action muſs erfolgen, weil im Augenblicke der Verwen-

unglücklichen Sturze auf den Kopf entſtand durch den Trepan und die Wegnahme der eingedrückten Tafel des linken Seitenbeines, hier eine Oeffnung, welche in der Breite 3, in der Länge 5 Zoll hielt, wo die harte Hirnhaut frei und die Pulſationen des Gehirns deutlich zu ſehen waren. Ich ſetzte den dritten Tag nach dem Sturze eine Silber und Zinkſtange auf die Hirnhaut auf, und verband ſie; der Kranke äuſserte indeſs nicht die mindeſte Empfindung, ſondern blieb wie vorher ſoporös liegen. Nach 8 Tagen, als er mehr bei ſich war, wiederhohlte ich den Verſuch ſowohl mit einfachem Galvanismus, als mit verſtärktem, (einer Kupfer - Zink - Batterie von 5 Lagen;) auch jetzt verſicherte der Kranke, nicht das mindeſte zu empfinden. Ich lieſs vier volle Wochen verſtreichen, ehe ich zu einem dritten Verſuche ſchritt; der Patient war bei voller Beſinnung, die Batterie $= 10. (KZH) + K.$ Ich brachte den einen Conductor auf die harte Hirnhaut, den zweiten auf die Zunge; er empfand den Geſchmack, mit welchem ich ihn ſchon vorher bekannt gemacht hatte. Ich lieſs ſie beide auf der *dura mater* ruhen; er gab ein periodiſch wiederkehrendes Stechen, und ein nicht unangenehmes Gefühl von Wärme an, dem ähnlich, als wenn die Sonne dieſen Ort beſcheine. Die Kette blieb 3 Minuten geſchloſſen, und ich hatte nun in der dritten Minute 109 Pulſationen des Gehirns, da ich in der erſten nur 90 zählte; ſie waren alſo um 19 gewachſen. Merkwürdig

dung des Erzeugten, die in der Conſtruction der Säule begründeten Bedingungen zur wiederhohlten Erzeugung des Verwendeten eintreten, und ſo werden ſich die Electricitäten nach dem S. 469 aufgeſtellten Schema, ſo lange die Schlieſsung dauert, unaufhörlich erzeugen und wirkſam beweiſen. Als Beleg dazu kann folgender, leicht zu wiederhohlender Verſuch dienen. Nehmen Sie zwei Säulen, *a* und *b*, jede von der in 4 u. f. errichteten nur darin unterſchieden, daſs ſich ihre Pole mit *KZ* oder *ZK*, nicht mit *H* ſchlieſsen. Laſſen Sie in der Säule *a* den Hydrogenpol unten bei *A*, in *b* oben bei *E* liegen, und verbinden Sie jedes Plattenpaar von *a* mit dem gleichnamigen von *b*, (*A* mit *A*, *B* mit *B* u. ſ. w.,) durch Glasröhren voll Waſſer, die mit oxydirbaren Drähten verſehn ſind. In *A* und *E* finden Sie die ſtärkſte, in *B* und *D* die ſchwächere, in *C* gar keine Action; übrigens ſind die in *A*

war es. daſs unmittelbar nach der Schlieſsung ſich eine ſehr bedeutende Vertiefung von gewiſs $\frac{1}{5}$ Zoll genau zwiſchen beiden Conductoren bildete; die Hirnhäute waren hier wie eingefallen, obgleich die Berührung ungemein leiſe geſchah. Nach Entfernung der Zuleiter erhob und füllte ſie ſich ſogleich wieder; die Häute und das Befinden zeigten auſser dieſem nichts. Was beweiſt dieſer Verſuch für oder wider die Nerven der harten Hirnhaut? Sehr viel, zumahl wenn Humboldt's Behauptung, (Verſ., B. 2, S. 25 folg.,) völlig erwieſen wäre. *R.*

und *E*, wie die in *B* und *D* ſich gleich. In *a* ſind *A* und *B*, in *b E* und *D* die hydrogenirenden; dagegen *E* und *D* in *a*, und *A* und *B* in *b* die oxygenirenden Pole. Aber ſonderbar, beide Säulen *a* und *b* behaupten in dieſer Vereinigung halsſtarrig die für jede einzelne beſtimmte Polarität; oder, mit andern Worten, jede bleibt ſelbſtſtändig für ſich, und giebt, ohne daſs ſich beide zu *einer* Batterie vereinigen laſſen, den Indifferenzpunkt in ihrer Mitte, und an jedem ihrer beiden Pole die dieſem eignen Erſcheinungen. Hieran iſt lediglich die partielle Schlieſsung ſchuld; nur ſie hindert das Zuſammentreten beider Säulen *a* und *b* zu einer Batterie *a* + *b*; eine Behauptung, die durch Folgendes bewieſen wird. Nehmen Sie während dieſer Gasentwickelungen eine der beiden Glasröhren, welche die Endpole *A*, *A*, oder *E*, *E*, vereinigen, mit feſter Hand von den beiden Polplatten gleichzeitig ab, *) und ver-

*) Wie nöthig bei ſubtilern, vorzüglich elektroſkopiſchen Verſuchen es iſt, um die Electricitäten gleichförmig in der Batterie vertheilt zu haben, ſie an beiden Polen ſo gleichzeitig als möglich zu ſchlieſsen und zu öffnen, bewies Erman, (*Annalen* B. 8, S. 199,) und beſtätigen auch dieſe Verſuche. Daſs der Apparat immer vollkommen iſolirt ſeyn muſs, bedarf keiner Erinnerung. Mit Recht bemerkt Erman, daſs es von Vernachläſſigung dieſer Umſtände oft wohl allein herrührte, daſs man einen Pol für wirkſamer als den andern erklärte. *R.*

binden Sie diese anstatt dessen durch einen völlig oxydfreien Metalldraht, den Sie eben so gleichförmig auflegen; so haben Sie es nun sogleich nicht mehr mit zwei einzelnen Batterien *a* und *b*, sondern nur mit einer einzigen, in zwei Schenkel *a* und *b* getheilten Batterie = *a* + *b*, zu thun. Es hängt dabei von Ihrer Willkühr ab, welcher von diesen beiden Schenkeln der hydrogenirende, und welcher der oxygenirende seyn soll. Denn die totale Schliessung an *A*, *A* wird *a* zum positiven, *b* zum negativen; eine gleiche an *E*, *E*, *b* zum positiven, und *a* zum negativen Schenkel machen, und daher werden im ersten Falle alle Drähte an *a* Oxygen, im zweiten Hydrogen, und an *b* gerade das Entgegengesetzte geben. Ueberhaupt wird bei Batterien von gleichen Plattenpaaren sich immer am Orte der totalen Schliessung der Indifferenzpunkt finden, und die Säule sich von hier aus in zwei gleiche Schenkel getheilt zeigen, deren jeder nur in allen Punkten, wo man ihn berührt, diejenige Wirkung äussert, welche vor der Total-Schliessung nur dem Pole *) eigen war, welcher sich jetzt dieser gegenüber, am andern Ende des Schenkels befindet. Man sieht hieraus, um wie viel mehr als die partielle Schliessung, die Totalschliessung, gleichsam durch Sammlung der Kräfte, die Wirkung verstärkt. **)

*) Eigentlich der ganzen Hälfte dieses Schenkels, bis an den Indifferenzpunkt. *R.*

**) Wie beweisend, bei einigen Abänderungen,

Und nun noch eine einzige Bemerkung, ehe wir von diesem Versuche scheiden. Durch Volta, (S. 451, Anm.,) Erman, (*Annalen*, a. a. O.,) und Ritter, (*Annalen*, B. 8, S. 447,) ist es erwiesen, dass sich die Electricitäten der Kette, wie der Batterie, einzeln ableiten lassen, so dass, indess jede Spur der abgeleiteten verschwindet, die zurückgebliebne nach dem Schema, (S. 469,) wie sie erzeugt wurde, in voller Kraft erscheint. *) Dass

dieser Versuch auch in mehrern andern Hinsichten sey, hoffe ich ein ander Mahl weiter auseinander zu setzen. Nur das erlauben Sie mir hier noch beizufügen, dass er mich die relative Stärke zweier beliebiger Batterien sehr *einfach* und *richtig* zu prüfen lehrte. Ich verbinde nämlich die gleichnamigen Pole derselben durch oxydirbare Drähte, die zu Wasserröhren führen: sind sie gleich, so schweigt alles; sind sie es nicht, so wirkt die stärkere mit einer Kraft = der Differenz der Actionen von beiden. Wie gross diese sey, sehe ich, indem ich der schwächern so viele Plattenpaare, denen gleich, aus welchen sie besteht, zusetze, oder von der stärkern abnehme, bis allgemeine Ruhe eintritt. — Dass übrigens obiger Versuch vielem, was wir oben sahen, (4 — 9,) zur Bestätigung diene, werden Sie gewiss mit mir gefunden haben. *R.*

*) Sehr merkwürdig ist es, dass die Electricitäten sich bei einer Batterie fast in Nichts stören liessen, welche Ritter, nachdem sie zwei Tage gestanden hatte, mit trocknen Händen auseinander

ſelbe haben Sie auch hier im Momente der Total-ſchlieſsun , und zwar in beiden Schenkeln, in *a* wie *b*, wobei Sie zugleich noch bemerken, wohin das Abgeleitete verwendet wird.

Fernere Verſuche, um die verſtärkte Wirkung in geſchloſsner Batterie zu erweiſen, würden überflüſsig ſeyn; ſie finden ſich in dem Vorigen häufig, und ich hebe ſie, um Ihre Geduld nicht ganz zu ermüden, nicht wieder aus. Zwar habe ich nicht umhin gekonnt, Sie im Verlaufe dieſer Abhandlung öfters mit Wiederhohlungen von Sachen zu unterhalten, die Ihnen aus Ritter's meiſterhafter Auseinanderſetzung längſt bekannt waren; doch leitete mich der eigne Gang dieſer Unterſuchung allein darauf hin, und machte es mir unmöglich, ſie zu umgehen.

Nachſchrift.

Leipzig den 3ten April 1802.

— — Ich habe im vorigen Briefe, wo ich Ihnen die Reſultate des *Galvaniſirens der harten Hirnhaut im lebenden Zuſtande* mittheile, (S. 474,) die Gröſse der Verletzung, die ſo äuſserſt merkwürdig war, anzugeben vergeſſen. Die Fractur und Fiſſuren betrugen in der Länge faſt 9 pariſ. Zoll; ſie fingen am mittlern Theile des linken Seitenbeines

nahm, (*Annalen*, B. 8, S. 468 folg.;) ich hätte vermuthet, daſs ſich etwas dem ähnliches zeigen würde, was ſich bei der Ableitung findet. R.

an, und erstreckten sich durch das Stirnbein, durch den obern Rand der Augenhöhle bis zur Nasenwurzel, indess sie auf der andern Seite bis nahe an den harten Theil des Schlafbeins herabgingen; die Oeffnung betrug in ihrer gröfsten Breite 2 par. Zoll.

Diesem füge ich ein Paar Bemerkungen bei, die ich erst vor Kurzem gemacht habe.

1. *Batterien aus gröfsern Platten* ziehen das Goldblatt des Galvanometers aus keiner gröfsern Entfernung an, als Säulen aus Platten von kleinerm Durchmesser. Ich sah dieses, in Gegenwart mehrerer gültiger Zeugen, als ich zu gleicher Zeit drei Batterien auf gleiche Art mit Pappen, die mit derselben *Kochsalzauflösung* gleich stark angefeuchtet waren, neben einander aufbauete, die eine aus 2zölligen, die zweite aus 1½zölligen, und die dritte aus 1zölligen Zink- und Kupferplatten. Jede dieser Säulen bestand aus 30 Schichtungen, und alle drei wirkten völlig gleich stark auf das Galvanometer. — Eine vierte Säule aus 30 Lagen 2zölliger Platten, deren Pappen mit einer Auflösung von *Salmiak* genäfst waren, wirkte stärker auf das Galvanometer, als jede einzelne der drei erstern. Auch gab die mit Salmiak errichtete andere Oxyde, stärkere Dendriten u. s. w., als die, deren feuchter Leiter liquides Kochsalz war.

2. Dafs bei *höherer Temperatur* die Metalle auch in höherm Grade leiten, zeigt folgender Versuch: Ich stelle das Goldblatt des Galvanometers so, dafs es eben aufhört, sich nach dem andern Stabe hin-

über zu biegen, wenn es durch Drähte mit den Polen einer beliebigen Batterie verbunden wird. Ich erhitze diese Drähte, schließe durch sie von neuem, und das Goldblatt schlägt nun über.

3. Zuletzt hier noch eine Stelle aus einem ältern Werke über den Galvanismus, die schon vor 9 Jahren sehr leicht hätte Veranlassung zur Entdeckung der Batterie geben können. Sie findet sich in einem Briefe, welchen Robison den 28. Mai 1792 an Fowler schrieb, und der der deutschen Uebersetzung der Fowlerschen Schrift, (Alex. Monro's und Rich. Fowler's *Abhandlung über die thierische Electricität*, Leipzig 1796,) beigefügt ist. Hier heißt es S. 178 wörtlich also: „Ich hatte eine Anzahl von Zinkstücken von der Größe eines Schillings gemacht, und sie in eine Rolle von eben so viel Schillingen gebracht. Ich finde, daß *diese Abwechselung*, in einigen Umständen, den Reiz beträchtlich vermehrt, und *hoffe*, aus irgend einem solchen Grunde, eine noch größere Verstärkung hervorzubringen. Wenn die Seite der Rolle an die Zunge gebracht wird, so, daß alle Stücke von ihr berührt werden, so ist der Reiz sehr stark und unangenehm." Wie weit könnten wir seyn, hätte Robison die Nothwendigkeit des feuchten Leiters gekannt, und 1793 die Batterie erfunden.

IV.

NACHRICHT

von einer ſehr in der Nähe beobachteten Waſſerhoſe,

vom

Profeſſor C. H. Wolke
in Jever.

Ihre Annalen von 1801 erinnern mich, daſs ich 1796 im December verſäumt habe, die Beobachtung einer Waſſerhoſe bekannt zu machen, die von mir auf dem finniſchen Meerbuſen einige Meilen von Reval, unter ſehr günſtigen Umſtänden angeſtellt wurde. Finden Sie, daſs ſie die Aufmerkſamkeit der Naturforſcher verdient, ſo mögen Sie von dieſer Nachricht Gebrauch machen.

Am letzten Juli 1796, als ich mit einem Lübecker Schiffer M — r von Kronſtadt abfuhr, um eine Reiſe nach Deutſchland zu machen, wehte zwar auf kurze Zeit ein günſtiger Wind aus Oſten, doch wurde er ſchon gegen Abend weſtlich. Am 5ten Aug. Nachmittags war er Nordweſt, und wir kamen dabei lavirend nur wenig vorwärts. Bald darauf entſtand eine gänzliche Windſtille, ſo daſs das Meer eine Spiegelfläche zu werden ſchien. In der nordweſtlichen Gegend des Himmels erblickte ich eine lang gedehnte Maſſe düſterer Wolken von ſchwarzblauer Farbe, und bald darauf zwei fürch-

terlich herab ſinkende Zapfen. Mein Schiffer und ſein Steuermann, obgleich ſeit 30 Jahren auf der Oſtſee hin und her ſchiffend, hatten noch nie eine Waſſerhoſe geſehn, aber vieles von ihrer zerſtörenden Kraft gehört. Sie erſchraken alſo, und auf Befehl des Schiffers wurden alle Segel gleich eingezogen. Auch mir war dies Schauſpiel, deſſen Annäherung ich nach der Beſchaffenheit des Windes und unſerer Lage erwartete, neu. Ich freuete mich innerlich eben ſo ſehr darüber, als es meinen Schiffer ängſtigte. Beherzt, ſuchte ich ihn und meine Mitgefährten zu beruhigen, durch die Vorſtellung, daſs wir höchſtens nur ein wenig Sturm und Regen zu erwarten hätten. Meine Beruhigung fand keine gute Aufnahme. Verdrieſslich ſagte er mir: „Sie haben gut ſprechen, daſs keine groſse Gefahr zu befürchten ſey; denn Sie haben nicht, wie ich, ein Schiff zu verlieren.“ Geht das Schiff verloren, guter Freund, erwiederte ich, wer von uns allen hat dann mehr oder minder zu befürchten? Mein Leben gilt mir ſo viel als Ihnen Ihr Schiff!

Kaum hatten wir den kurzen Wortwechſel beendigt, als eins der Ungeheuer gegen uns her ſchwebte. Dem Scheine nach hatte es uns zu ſeinem Ziele gemacht. Der Wind wurde wieder merklich, und wir hätten noch jetzt dem Ueberfalle ausweichen können, wenn der Schiffer nur muthig genug geweſen wäre, geſchwind ein Paar Segel herzuſtellen. Da dieſes aber nicht geſchah, ſo muſsten wir uns geduldig ergeben, hätte auch das Unge-

heuer, wie der Schiffer fürchtete, als ein gefüllter Schlauch uns und unſer Fahrzeug überſtrömen, in ſeinen Wirbel aufnehmen, zu der Wolke empor ziehen und wieder herab ſchleudern können. Der Anblick auf dieſe anrückende Waſſerſäule, die ſich von der Meeresfläche bis zu der düſtern Wolke erhob, war, da wir ſie in einer Entfernung von 100 Schritten wahrnahmen, wirklich ſchauderhaft. Es ſchien mir, daſs die Tropfen, woraus der Cylinder beſtand, nicht ſenkrecht herabfielen, ſondern ſchraubengängig herabfloſſen und zum Theil in einer entgegengeſetzten Richtung ſich hinaufwanden, (vergl. Taf. VI, Fig. 1.) Der Fuſs der Säule ſchien auf einer groſsen kugelförmig hohlen Schale zu ruhen und mit ihr fortzugleiten. Des Schiffes Höhe, von der ich herabſah, erleichterte es mir, dieſes zu bemerken. Um den Rand der Schale kochte die See mit Heftigkeit empor. Eine Menge kleiner und gröſserer Waſſermaſſen *bbcc* tanzte um ſie herum. Sie erhoben ſich zugeſpitzt zu einer Höhe von 12 bis 16 Fuſs, und ſanken, während andre wieder ſtiegen, herunter. Eine leichte Wolke von Dünſten *aa*, welche die heftige Bewegung des Waſſers erzeugte, ſchwebte über den tanzenden Spitzſäulen und um ſie herum. Man konnte ſich dabei des Gedankens an eine mitwirkende Feuerglut nicht enthalten.

Nun wurde die Scene noch feierlicher, als das Getöſe des nahen Ungeheuers unſre Ohren durchdrang. Bald hernach ſtieſs es ſo auf das Vorder-

theil des Schiffes, dafs die Angft, die meine Gefährten erfüllte, fie nicht hinderte, es zu fühlen. Zwei Frauenzimmer aus Wien fchrieen auf: Jefus, Maria, Jofeph! mein Schiffer: Ach, Herr Jefus, hilf uns! Die übrigen liefsen nur ein Ach! oder ein Ach Gott! hören. Des heiligen Jonas Gebet in dem Bauche feines Wafferungeheuers ift zwar länger, aber wohl nicht inbrünftiger gewefen. Diefe ängftliche Aeufserung ftörte mich in der Ruhe meiner Beobachtung und trieb mich unwillkührlich einen Schritt in die Kajüte hinein, vor deren Thüre ich vorher ftand. Doch Alles war nur ein panifches Schrecken; keine Gefahr hatte ftatt. Die Wafferhofe raufchte fchnell von vorn nach hinten über uns und unfer Schiff hinweg, befpritzte uns nur mit einzelnen Regentropfen von der Gröfse einer Kirfche, und liefs einen Schwefel- und Salpetergeruch nach, *) als, nach alter Sage, der Teufel. Der Schiffer dachte wohl hieran, indem er nun mit entlafteter Bruft ausrief: Gott fey Dank! feht, da geht *er* hin! In demfelben Augenblick fprang ich hervor, um den Abzug des zu fehr gefürchteten Ungeheuers zu betrachten.

Es kam mir vor, als wenn unfer Schiff den Tanz der Spitzfäulen unterbrochen und den Umfang ihres Springplatzes verringert hatte. Sie erhoben fich nicht gleich wieder zu der Höhe, die ich in gleicher Weite bei ihrem Anzuge wahrnahm.

*) Einen Geruch nach Electricität? *d. H.*

Den Durchmesser des aufkochenden Umfanges *ce* schätzte ich auf 130 Fuss, den der Hose auf 25 Fuss. Es kam mir abermahls so vor, als wenn das Wasser in dem Cylinder sich wie zwei Schrauben von einer Seite herab-, von der andern hinaufwand. Die Lage desselben war nun so, dass die von der Sonne erleuchtete Seite uns in die Augen fiel, welche drei herabhängende Streifen *def* darstellte, wovon der mittelste *e* einen gelben Glanz hatte, die beiden äussern *d* und *f* aber etwas dunkel erschienen. Wir verfolgten dieses angenehme Schauspiel so lange mit unsern Augen, bis es sich verlor.

Aber wie erstaunten wir, da wir uns umsahen, und etwas mehr nach Norden hin noch fünf neu entstandene Wasserhosen *ghikl* erblickten. Doch ich liess meine Freude über das Glück, eine sehr seltene Erscheinung in der Nähe gesehn zu haben, so laut werden, dass sie sich den Herzen meiner Gefährten mittheilte und der Furcht keinen Raum verstattete. Die Segel wurden aufgezogen und wir fuhren weiter.

Ein hiesiger Landprediger, K., mit dem ich von meiner Beobachtung sprach, erzählte mir, dass er auch zu *Repsholt*, (etwa drei Meilen von der See,) eine Wasserhose gesehen habe nicht weit von ihm vorüber gehen, bald darauf einige Bauern gekommen wären, die ihm versichert hätten, dass diese Wasserhose in der Gegend, wo sie herkamen, einen Weiher fast wasserleer gemacht und die Fische desselben auf das Land umher gestreut hätte.

Dürfte man dieses als glaubwürdige Thatsache annehmen: so liesse es wohl die Folgerung zu, dass das Wasser in der Wasserhose mehr von unten aufwärts als von oben herab ginge. Mir däucht, (doch die Natur zeigt oft mehr Kraft, als wir ihr zutrauen,) dass das schnelle Fortschreiten des Wassercylinders ein Hinderniss werden müsste, eine solche Ausleerung zu Stande zu bringen.

V.

Auszüge aus Briefen und ein Paar Zeitungsartikel.

Ueber Parrot's *meteorologische Theorien*, und die Versuche, welche ihnen zum Grunde liegen. — Versuche über Lebon's *Thermolampen*; Beschreibung ihrer Einrichtung und ihrer Wirkungen. — Narkotische Wirkung des kohlensauren Gas und des Kohlenstoff-Wasserstoffgas beim Einathmen. — Reizbarkeit des fibrösen Theils des Bluts durch galvanische Electricität und Vitalität des Bluts. — *Columbium*, ein neues von Hatchett entdecktes Metall, und dessen chemische Charaktere. Reiner *Nickel* und *Kobalt* werden nicht vom Magnete gezogen. — Pepy's Eudiometer. — Vom Himmel gefallne Steine. — Vauquelin's Zerlegung einer Erde, die gegessen wird. — Curen durch galvanische Electricität, besonders an Taubstummen, in Jever und Stuttgard. — Vergleichender Versuch über die Wirkung der Electricität und des Galvanismus bei einer Lähmung der Gesichtsmuskeln. — Akustische Versuche mit Taubstummen. — Einathmung von oxygenirtem Stickgas und von Sauerstoffgas. — Schwefel-Wasserstoffgas-Bäder.

1. Von Herrn Professor Wrede an den Herausgeber.

Berlin den 13ten März 1802.

Mit Vergnügen habe ich in den Annalen die Versuche des Herrn Professors Parrot in Riga über Meteorologie gelesen. Ich habe schon lange daran gedacht, ähnliche Versuche anzustellen. Im vorigen Sommer schon machte ich die Mitglieder der hiesigen philomatischen Gesellschaft mit einigen meiner Ideen bekannt, indem ich völlig überzeugt bin,

daſs die Miſchungsverhältniſſe der atmoſphäriſchen Luft bei verſchiedener Witterung oft verſchieden, und beſonders der Sauerſtoffgehalt bald gröſser, bald kleiner ſeyn müſſe. Die ſtarke Oxygenirung aller ſäuerbaren und der Fäulniſs unterworfnen Körper nach einem Gewitter, das ſchnelle Sauerwerden des Bieres und Weines, das Gerinnen der Milch in einem Tage, das geſchwinde Faulen der Leichname; dieſes und mehr dergleichen ſpricht ſehr für chemiſche Miſchungsveränderungen in der Atmoſphäre. Ich habe den ganzen vorigen Sommer vergeblich ein Gewitter hier über Berlin erwartet, um den Sauerſtoffgehalt der Luft kurz vorher bei ſchwüler Hitze, und während des Gewitters zu unterſuchen. Die Gewitterwolken gingen immer in zu beträchtlicher Entfernung vorbei. Nur ein einziges Mahl hatte ich Gelegenheit, ein ſehr nahes Gewitter zu beobachten, doch unter Umſtänden, wo ich mich bloſs auf die Urſach des dem Blitze eigenthümlichen Knalles einſchränken muſste, und wo ich genöthigt wurde, von Hrn. Girtanner's Meinung abzuweichen. — Ich behalte es mir vor, Ihnen über Hrn. Parrot's Aufſatz einige Erinnerungen mitzutheilen.

---

2. *Von Hrn. Prof. Böckmann dem jüngern.*

Carlsruhe den 26ſten Febr. 1802.

— — Herr Parrot zeigt wirklich einen hohen Grad von Scharfſinn bei ſeinen mancherlei aufgeſtellten Theorien; allein es fehlen ihnen verman-

nigfaltigte und oft wiederhohlte genaue Verſuche. *) So lobenswerth es iſt, gemachte Erfahrungen zu erklären, und wenn es angeht, Theorien darauf zu erbauen, ſo muſs dieſes doch, glaube ich, nicht zu frühzeitig geſchehen, weil ſonſt der Wiſſenſchaft durch einen zu thätigen erfinderiſchen Geiſt oft mehr Schaden als Gewinn erwächſt. Wie miſstrauiſch muſs uns nicht die Geſchichte der Phyſik und Chemie gegen zu frühzeitige, öfters übereilt entworfene Hypotheſen und Theorien machen? Wie bedächtig und langſam gingen Lavoiſier und ſeine Gehülfen, auch bei den günſtigſten Umſtänden, zu Werke, um das neue ſchöne Syſtem zu gründen? Und dennoch fehlt es in den neueſten Zeiten nicht an mancherlei Einwürfen gegen die vollkommene Tüchtigkeit deſſelben; Einwürfe, die es, bei ihrer erwieſenen Gründlichkeit, gewiſs in ſeinen Grundpfeilern erſchüttern müſsten, wenn man auch gleich, aus Gefälligkeit, ſolche nur kleine Berichtigungen zu nennen beliebt.

*) Im nächſten Stücke der Annalen findet der Leſer die ſehr beachtungswerthen Einwürfe des Herrn Profeſſors Böckmann gegen die Parrotſchen Verſuche denen er Schritt für Schritt folgt, und gegen den darauf gegründeten Schluſs, daſs das atmoſphäriſche Waſſer im Sauerſtoffgas der Luft aufgelöſt ſey; auf ſie beziehn ſich die Aeuſserungen in dieſem Briefe. *d. H.*

---

3. *Von Herrn Dr. Joh. Jak. Wagner an den Herausgeber.*

Salzburg den 8ten Febr. 1802.

— — Herr Prof. Frischeisen fährt fort, mit dem Galvanismus zu experimentiren. Er operirte neulich ein Paar Blinde, deren jeder noch während der ersten Operation in einigem Grade wieder sehen konnte. Die Operation ist noch nicht geendigt. Auch einige Harthörige fühlten vom Galvanisiren grosse Erleichterung.

Ein Versuch, die *Thermolampen* im Kleinen nach ihrem Wesentlichsten darzustellen, gelang sehr gut. Aus einer Glasretorte, die mit dem pneumatischen Apparate in Verbindung stand, wurde aus Holzspänen kohlensaures Wasserstoffgas entbunden, über kaustische Lauge geleitet, um die Kohlensäure abzusondern, und an einer Oeffnung des Recipienten, die mit einem Hahne verschlossen werden konnte, entzündet. So wurde ein hellleuchtender, sehr wärmender und starker Strom von brennendem Gas erhalten, der eine halbe Stunde anhielt, ungeachtet noch nicht viele Späne verbrannt waren. Das Schmelzen der Retorte, (die nicht beschlagen war, und nur in Ermangelung einer andern zum augenblicklichen Versuche dienen sollte,) machte dem Versuche ein Ende.*)

*) Nach dem, was theils der Bürger Philipp Lebon, Ingenieur des Strassen- und Brückenbaues in Paris, der Erfinder der sogenannten *Thermolampes*, von ihnen bekannt gemacht hat,

Vor kurzem hatte ich Gelegenheit, an mir ſelbſt Beobachtungen über die Wirkung des *kohlenſauren*

(worin er ſich indeſs nicht als gründlicher Chemiker zeigt,) theils Augenzeugen von dieſer Erfindung und ihrer Wirkung im Journale *London und Paris*, 1801, St. 7, S. 206 f., und in der *allgemeinen Zeitung*, 1801, Nov., S. 1218 und 1296, erzählen, beſteht die ſogenannte Thermolampe in einem Ofen, worin bei Kohlenfeuer, Holz in einem eingeſchloſsnen Raume verkohlt wird, und die flüchtigen Produkte, wie bei der oben erwähnten mit einem Gasapparate verbundenen Deſtillation aufgefangen, die dunſtartigen condenſirt, und das brennbare Gas, (ob geſchieden vom kohlenſauren Gas oder nicht, iſt aus den Beſchreibungen nicht zu erſehen,) verbrannt wird, wobei dieſes nicht bloſs leuchten, ſondern auch wärmen ſoll. Lebon erhielt auf ſeine Erfindung ſchon im Jahre 7 ein *Brevet d'invention* und im October 1801 ein Patent, als auf ein vervollkommnetes Verfahren die Brennmaterialien zum Leuchten und Wärmen zu nützen. Da bis jetzt aber davon noch kein anderer Gebrauch gemacht worden iſt, als daſs Lebon ſeit dem Brümaire alle Decaden einmahl ſeine Wohnung *Rue St. Dominique*, No. 1517, mit Thermolampen illuminirt, und dieſes für 3 Francs die Perſon ſehen läſst; auch in keiner der phyſikaliſchen und chemiſchen Zeitſchriften Frankreichs der Thermolampen bis jetzt gedacht worden iſt, (er ſelbſt wünſcht, daſs eine Subſcription auf ſie eröffnet werde;) ſo ſcheinen diejenigen allerdings nicht zu irren, welche die Thermolampen,

Gas und des *Kohlen - Wasserstoffgas* auf den menschlichen Körper anzustellen. Ich war bei einem che-

(wenigstens in ihrem jetzigen Zustande,) mehr für eine belustigende physikalische Spielerei, als für eine Erfindung von grossem Nutzen erklären. — Lebon's *Thermolampe*, (Verkohlungsofen,) besteht aus zwei in einander befindlichen Cylindern aus Eisenblech. Im Innern, der die gehörigen Luftzüge hat, wird mit Kohlen oder Torf geheizt. Der Zwischenraum zwischen ihm und dem Aeussern, rings umher luftdicht schliessenden Cylinder, wird mit dem zu verkohlenden Holze gefüllt. Eine Röhre leitet die elastischen Flüssigkeiten, die beim Verkohlen entweichen, durch ein Kühlfass mit einer Schlange, um das brenzliche Wasser, die *brenzliche Holzsäure* und das *brenzliche Oehl* zu condensiren, und von den Gasarten, (*kohlensaures Gas* und *Kohlen - Wasserstoffgas*,) zu trennen. Diese Gasarten werden überdies gewaschen, um sie möglichst von allen brenzlichen, übelriechenden Theilen zu befreien, zu welchem Ende Lebon sie durch ein Fass voll Wasser steigen lässt, wo sie durch ein Brett mit vielen kleinen Löchern hindurch gehn müssen; dieses Wasser wird dadurch ganz schwarz. (Nur wenn es sehr kalt, oder, wie in dem oben beschriebenen Versuche, mit ätzenden Alkalien oder Kalk geschwängert wäre und fleissig erneuert würde, könnte es das kohlensaure Gas abscheiden.) Das gewaschene Gas wird dann durch sehr dünne Röhren, die im Getäfel, in der Decke und im Boden versteckt sind, an die Orte hingeleitet, wo man es, nach Oeff-

mischen Prozesse gegenwärtig, wo, (ohne die Absicht des Unternehmers,) viel kohlensaures Gas und

nung eines Hahns, anzünden und dadurch zum Wärmen und Beleuchten der Zimmer brauchen will. „Die gröſste Unbequemlichkeit dieser Thermolampen, wenigstens jetzt noch, ist der unangenehme Geruch, den sie verbreiten; nach Lebon's Behauptung würde indeſs das Gas diesen Geruch ganz verlieren, lieſse man es hinter einander mehrmahls durch Wasser steigen; auch ist das Licht nur matt, zu flackernd und zu sehr mit kleinen Fünkchen fremdartiger Körper vermischt." (Beides ist dem brenzlichen Oehle zuzuschreiben, welches nicht alles, und eben so wenig wahrscheinlich das kohlensaure Gas, vom Wasser verschluckt wird. Gesetzt indeſs auch, beides wäre der Fall, so würde doch beim Verbrennen des Kohlen-Wasserstoffgas Wasser und kohlensaures Gas, und zwar letzteres in beträchtlicher Menge, erzeugt; würde daher nicht zugleich auf Mittel gedacht, dieses sogleich wieder aus dem Zimmer durch eine Röhre abzuführen, so müſste man schon deſshalb anstehen, Thermolampen in Zimmern anzubringen.)

Lebon bedient sich zweier Oefen, eines kleinern, um seine 5 Zimmer zu erleuchten, und eines gröſsern Ofens zur Illumination des Gartens, der an seine Wohnung grenzt. Ersterer faſst 60 Pfund Holz, wird Abends um 6 Uhr angezündet, giebt eine halbe Stunde nachher, wo Zuschauer hineingelassen werden, schon brennbares Gas genug, um die 5 Zimmer zu erleuchten und zugleich eins derselben, wie Lebon

Kohlen-Waſſerſtoffgas ſich entwickelten. Das Gas wurde zwar nicht geprüft, aber die Natur der be-

behauptet, zu erwärmen, und vermag die Erleuchtung bis 5 oder 6 Uhr Morgens zu unterhalten. Nach Lebon's Berechnung liefert eine Voie Holz brennbares Gas genug, um ſo ſtark und lange leuchten zu können, als 150 Talglichter, und die rückſtändige noch warme Kohle ſoll nur $\frac{1}{6}$ vom Gewichte des verkohlten Holzes betragen, ſo daſs $\frac{5}{6}$ von dieſem als elaſtiſche Flüſſigkeiten davon gingen. Ferner ſoll das dicke brenzliche *Oehl* als *Theer* und die *brenzliche Holzſäure*, (nach Vauquelin's Entdeckung nichts anderes als *Eſſigſäure*, mit ein wenig brenzlichem Oehl vermiſcht,) zu dem meiſten Manufacturgebrauch, z. B. zur Bereitung des Grünſpans, des Bleiweis u. ſ. w., ſtatt der Eſſigſäure zu brauchen ſeyn, vielleicht auch zu manchem ökonomiſchen Gebrauche, da ſie es iſt, welche Fleiſch, Speck, Fiſche u. ſ. w. beim Räuchern durchdringt und ſie gegen Verderbniſs ſchützt, ſie auch eine ähnliche Wirkung auf das Leder hat. — In dem erſten der 5 Zimmer, welche Lebon mit dem kleinern Ofen erleuchtet, brennt das Gas wie in einer Art von Argandſcher Lampe, mit kreisrunder Flamme, in einer Glaskugel, und verbreitet dabei ſo viel Helle, daſs das ganze Zimmer angenehm erleuchtet wird; auch etwas Wärme, doch nicht ſo viel, daſs man ſich an kühlen Herbſtabenden, der vielen Zuſchauer ungeachtet, nicht noch nach einem Kaminfeuer ſehnen ſollte. Im zweiten Zimmer brennt es auf zwei kerzenförmigen Lichtſtöcken, und in den folgenden bald in

handelten Körper liefs nicht zweifeln, dafs es diefe beiden Gasarten waren, die fich entbanden. Ich

Wandleuchtern, bald als Heiligenfchein um das Haupt einiger Statüen, oder in der Fackel einer Statüe, bald auf Kronenleuchtern, bald als Flammenfefton auf einem Dreifufse u. f. w. Die Röhren, welche das Gas nach diefen Stellen hinleiten, find fehr dünn, fo dafs fie fich in dem Getäfel, im Platfond oder unter dem Fufsboden verftecken liefsen. — Mit Hülfe des gröfsern Verkohlungscylinders illuminirt Lebon die ganze Façade des Gebäudes, einige Baffins und eine Grotte im Garten. In der *allgemeinen Zeitung*, 1801, S. 1296, wird eine folche Illumination, wie fie im Brümaire zu fehn war, folgendermafsen befchrieben:

„Das Haus, welches Lebon zu feinen Verfuchen gewählt hat, ift ein blofses *rez de chauffée* von 6 Zimmern, das einen kleinen Garten hat. Haus und Garten waren auf das vollkommenfte von einem blaffen, fehr angenehmen Lichte erleuchtet. In einem Zimmer brannten rings um den Rand einer grofsen Urne hundert kleine Flammen; in einem andern kamen fie über dem Kamine und an den Wänden in Wandleuchtern hervor; ein drittes erleuchtete eine Flamme, die mitten in einer Glaskugel brannte; und ein viertes eine Menge von Flammen auf einem Kronenleuchter. Die Façade des Gebäudes war mit einer brennenden Guirlande umgeben. Eine Staude im Garten trug Blumen aus Licht. In den Büfchen brannten kleine Flammen; ein Baffin war mit Flammen bedeckt, und eine Grotte wurde durch Flammen illuminirt, die aus den Stein-

ahm mich vor dem Einathmen derſelben nicht ſehr
n Acht, und mochte wohl eine ziemliche Menge

ritzen hervordrangen, und eine treffliche Wirkung thaten. Dieſe ganze Erleuchtung bewirkte ein einziger kleiner Ofen, der in einem der Zimmer ſtand, und worin ein Kohlenfeuer brannte. Verſchiedne Blechröhren gingen aus ihm nach den andern Zimmern und nach dem Garten. Das Gas entzündete ſich ſchon 6 Zoll von der Oeffnung der Röhren, und gab gröſsere oder kleinere Flammen, nachdem die Oeffnung weit oder enge war. Der Wind trieb die Flamme fort, ohne ſie zu verlöſchen; ſo bald der Windſtoſs nachlieſs, kehrte ſie zurück. Der Geruch, den das ausſtrömende Gas auf die Hand zurück lieſs, war unangenehm. Im Ganzen ſtrömte das Licht aus mehr als tauſend Röhren, die, in einem Zimmer vereinigt, eine unerträgliche Glut würden gegeben haben."

Noch füge ich hier folgende Stelle bei, aus einer Notiz über den Aufenthalt des Grafen von Rumford in Paris, in der *Decade philoſophique*. An 10, No. 5, p. 312. — „Graf Rumford bemerkte, daſs er ſeit der Bekanntmachung ſeiner Werke mehrere neue Vorrichtungen erdacht habe, deren einige von groſsem Nutzen ſind, und theilte ſie in Modellen mit. Sie betreffen vorzüglich weitere Verbeſſerungen in der Oekonomie des Kochens und Heizens; und man darf behaupten, daſs er dieſe Kunſt faſt bis zum Aeuſserſten vervollkommnet habe. Er traf mit dem Bürger Lebon in der Idee der *Thermolampen* zuſammen, und leitete aus ihr ein Mittel ab, Zim-

davon eingeathmet haben, als ich meine Sinne beträchtlich erregt fühlte. Die Erregung ging endlich in eine Art von Berauſchung über, die mich auſserordentlich heiter machte, und bei der mein Puls äuſserſt ſtark und ſchnell ſchlug. Die Berauſchung dauerte den Abend fort, und Nachts verfiel ich in einen dumpfen Schlaf, aus dem ich Morgens mit einem Gefühle von gänzlicher Atonie und Lähmung im ganzen Körper erwachte, das ich mich nie gehabt zu haben erinnere. Dieſe äuſserſt läſtige Niedergeſchlagenheit dauerte, mit einigem Schwindel verbunden, faſt drei Tage fort, bis ſie endlich ohne angewandte mediciniſche Mittel von ſelbſt wich. Eine Erfahrung, die mir für die Vermuthung zu ſprechen ſcheint, daſs kohlenſaures Waſſerſtoffgas das *narkotiſche Princip* ſey; im Opium und Kaffee wirken wenigſtens dieſe Beſtandtheile gewiſs. Wäre die Wirkung dieſes Mahl nicht ſo gar un-

mer ohne Lampen oder Lichter, und ohne Verluſt an Brennmaterial zu erleuchten. Eben ſo kam er zugleich mit dem Bürger Montgolfier auf eine Vorrichtung, dem Rauche die Wärme zu benehmen und ſie zu benutzen, wodurch dieſer ſpecifiſch ſchwerer als die atmoſphäriſche Luft wird, und ſtatt zu ſteigen, ſinkt. Es läſst ſich vorausſehn, daſs, wenn man dieſe Erfindung weiter verfolgt, die Schornſteine entbehrlich werden, und wir aller Unannehmlichkeiten, die ſie und die Kamine mit ſich führen, überhoben werden dürften." *d. H.*

angenehm gewefen, fo würde ich mich wohl entfchloffen haben, den Verfuch abfichtlich zu wiederhohlen, und das Verhältnifs der beiden Gasarten dabei zu beftimmen.

---

4. *Aus einem Briefe an Volta, von J. Tourdes, Prof. an der Medic.-Schule zu Strafsburg.*

— — Ein Verfuch, der mir für einen der ftreitigften Punkte der Phyfiologie, nämlich für die *Vitalität des Bluts*, entfcheidend zu feyn fcheint, ift folgender, den ich mir ein Vergnügen mache Ihnen mitzutheilen. Setzt man den *fibröfen Theil des Bluts*, der zurückbleibt, nachdem man alle wäfsrige Feuchtigkeit, das Blutwaffer u. f. w., abgefchieden hat, der Einwirkung Ihrer Säule, bei einer Temperatur von ungefähr 30° R. aus, fo geräth er in Zitterungen, in ein Ofcilliren, und in Palpitationen, denen analog, welche das Fleifch eben erft getödteter Thiere zeigt; *eine doppelte Bewegung*, eine *zufammenziehende und eine dilatirende*, die fich mittelft einer Loupe wahrnehmen läfst, und welche die charakteriftifche Eigenfchaft der Lebenskraft ausmacht, womit die Muskeln, die Haut und ähnliche Theile begabt find. *)

*) (Aus der *Décade philofoph.*, A. 10, N. 3, p. 178.) Sollte fich die Richtigkeit diefes Verfuchs beftätigen, (ich felbft habe ihn noch nicht näher prüfen können,) fo hätten wir in ihm das erfte, über allen Zweifel erhobne Beifpiel von Contractionen

5. *Auszug aus einem Schreiben des englischen Chemikers Chenevix, an den Prof. Pictet in Genf, Herausgeber der Bibliotheque Britannique.*

London den 1sten Dec. 1801.

— — In der letzten Sitzung der Königl. Societät hat unser Freund Hatchett eine sehr interessante und meisterhafte Abhandlung über ein *neues Metall* vorgelesen, welches er entdeckt hat. Sie wissen, daſs er und Dr. Grey schon lange damit beschäftigt sind, die Mineralien-Sammlung des brittischen Museums zu ordnen. In der Sammlung Sloane's fand sich eine amerikanische Stufe, die sie anfangs für chromiumsaures Eisen hielten. Um sich davon zu vergewissern, unterwarf Hatchett 100 Gran einer chemischen Analyse, durch die er es

als

im fibrösen Stoffe, (der auch die Muskelfasern bildet,) durch galvanische Electricität, *ohne Vermittelung von Nerven*; vielleicht, daſs er auch zu Aufschlüssen über den eigentlichen Mechanismus bei den Muskel-Contractionen führte. — Ob der Faserstoff, wenn er aus dem Blute geschieden wird, und sich dabei in fibröser Gestalt coagulirt, sich nicht auch chemisch verändert, ist unbekannt. Er könnte daher wohl in seiner fibrösen Gestalt die beschriebne Reizbarkeit zeigen, ohne daſs sie ihm, in dem Zustande, in welchem er sich vereinzelt im Blute befindet, zukäme, ob ich gleich dieses keinesweges als das Wahrscheinlichere annehmen möchte. *d. H.*

als ein eigenthümliches neues Metall erkannte. Hier einige Charaktere desselben.

Es wird durch Salpetersäure acidifirt; die Säure, in die es sich auf diesem Wege verwandelt, ist von weiſser Farbe, fast unauflöslich im Wasser, röthet die blauen Pflanzensäfte, treibt die Kohlensäure aus den milden Alkalien, und bildet mit diesen krystallisirbare Salze. Aus diesen durch stärkere Säuren niedergeschlagen, ist sie in den Säuren unauflöslich. Gallussäure giebt damit einen schönen orangefarbnen, blausaures Kali einen orangegrünen Niederschlag, und mit allen Reagentien verhält sich das Metall auf eine Art, die es nicht zweifelhaft läst, daſs es ein eigenthümliches Metall ist. Die Versuche wurden in meinem Laboratorio und in meiner Gegenwart angestellt. Etwas von der Säure wurde 1½ St. lang in einem Blackschen Ofen in einem Tiegel erhitzt; die weiſse Masse war schwarz geworden, welches vielleicht ein Anfang von Reduction war. Wir fällten es durch Phosphorsäure, und hofften es in meiner Esse, worin ich in 20 Minuten einen hessischen Tiegel so schmelze, daſs man keine Spur davon mehr wahrnimmt, in eine Verbindung mit dem Phosphor zu bringen; allein umsonst. Hatchett nennt sein neues Metall *Columbium.*

Nickel zu erhalten, *den der Magnet nicht zieht*, miſsglückt mir nie; und ich besitze jetzt schon über 2 Unzen solches völlig reinen Nickels. Auch habe ich *Kobalt* erhalten, den der Magnet nicht zieht,

und besitze davon schon über 800 Gran. Beide Mengen bestimme ich zu einer eignen Arbeit über diese Halbmetalle, da sie ganz rein sind.

Pepys hat ein artiges *Eudiometer* erfunden. Er bedient sich dazu salzsauren Eisens, das mit Salpetergas geschwängert ist. Dieses wird in eine Flasche aus Kautschouk gethan, an welcher sich eine kleine gläserne Röhre mit einer Schraube befindet, die in eine kleine graduirte Flasche hinein passt, in welcher sich die zu untersuchende Luft befindet. Durch Zusammendrücken der Kautschouk-Flasche treibt man wiederhohlt die Flüssigkeit in diese Flasche, wobei sich der Sauerstoff sogleich absorbirt. Oeffnet man den Apparat in einem Glase, so hat man die Resultate. Der Apparat ist noch minder voluminös als der Humboldtische.

---

6. *Vom Himmel gefallne Steine.*

London den 2ten März 1802. — — Man hat hier aus Hindostan Stückchen von Steinen, die vom Himmel gefallen sind, erhalten. Sie enthalten viel Schwefelkies, gleichen in allem denen, die vor einiger Zeit in England vom Himmel fielen, und sind wahrscheinlich Produkte einer sehr entfernten vulkanischen Eruption. (*Moniteur*, No. 166, An 10.)

---

7. *Chemische Analyse der Erde, welche die Einwohner Neu-Caledoniens essen, von Vauquelin.*

Herr von Humboldt versichert in einem seiner Briefe an Fourcroy, eine amerikanische Völkerschaft am Oronocco lebe die 3 Monat über, wo der Strom zu hoch ist, um Schildkröten zu fangen, fast ganz von einer Erde, die sie leicht brennen und benetzen, und wovon einige täglich 1½ Pfund essen, ohne sie, wie die Missionäre behaupteten, mit Krokodillfett zu mischen; und er meint, befeuchtete Erde könne vielleicht durch Zersetzung der Luft oder durch andere chemische Verwandtschaften nähren. —— Labillardière bemerkte in Neu-Caledonien etwas Aehnliches. Wenn die Einwohner vom Hunger gequält werden, essen sie eine ansehnliche Menge eines grünlichen Specksteins, der weich und zerreiblich ist. Vauquelin wünschte zu wissen, ob diese Erde wirklich nahrhafte Theile enthalte, und erhielt einige Stückchen von Labillardière zur chemischen Untersuchung. Diese Erde fühlt sich weich und sanft an, besteht aus dünnen Fasern, die sich leicht trennen lassen, und verliert gebrannt 0,04 an Gewicht. Sie enthält in 100 Theilen:

37 Th. reine Kalkerde
36 Th. Kieselerde
17 Th. Eisenoxyd
3 bis 4 Th. Wasser
2 bis 3 Th. Kalk und Kupfer

Es befindet sich folglich in ihr kein nahrhafter Theil, und sie kann zu weiter nichts dienen, als

den Magen zu füllen; welches eine Art von mechanischem Mittel zu seyn scheint, die Qualen des Hungers zu lindern. Es ist sehr begreiflich, wie eine wilde Völkerschaft, die dem Mangel oft so preis gegeben ist, dass sie, um den Hunger zu stillen, Magen und Eingeweide mit einem erdigen Stoffe füllen muss, der keine andere Eigenschaft, welche ihn zur Nahrung fähig machen könnte, hat, als dass er leicht und zerreiblich ist, dahin kommen konnte, ihre Kriegsgefangnen zu fressen. (*Bullet. des sc. de la soc. philom.*, No. 55, An 10.)

---

8. *Curen durch galvanische Electricität.*

a. *Aus einem Schreiben des Herrn Prof. C. H. Wolke an den Herausgeber des Reichsanzeigers,* Jever den 3ten März 1801; (abgedruckt im Reichsanzeiger, No. 73. S. 380.) „Sie verlangen von mir ein Zeugniss der Wahrheit über die in meiner Vaterstadt gemachten Galvani-Voltaischen Versuche zur Herstellung des Gehörs. — — Als Augenzeuge der seit dritthalb Monaten geschehenen Gehörherstellungen, (S. 380,) versichere ich daher, dass schon mehr geschah, als davon dem Publikum bekannt geworden ist. Als Mitzeugen könnte ich, wenn es erforderlich wäre, eine Menge Personen namentlich aufführen. — — In meiner Schrift, die gegen Ostern gedruckt seyn wird, werde ich umständlich, dem gehaltenen Protokolle gemäss, mehr als 20 Beispiele von *Taubstummen*, die sich nun ihres Gehörs erfreuen, und von einigen *Harthörigen*,

die nun leichter hören, beſchreiben, und zugleich eine Nachricht von Hrn. Apotheker Sprenger's glücklich entdeckter Methode, durch die Voltaiſche Säule das Gehör herzuſtellen, mittheilen. — — Es iſt nichts neues, daſs eine ſolche für die Menſchheit wichtige Sache im Anfange einigen Widerſtand findet. Es iſt zu hoffen, daſs unſre jetzigen Taubſtummen-Inſtitute unter dem Beiſtande geſchickter Aerzte ſich bald in erfreulichere *Lehr-* und *Gehörgebe-Anſtalten* verwandeln werden; und in dieſer Verwandlung werden ſie auf immer nothwendig und wohlthätig bleiben. —

b. *Erfolg von Curen durch galvaniſche Electricität, welche von dem Leib-Medicus Dr. Reuſs in Stuttgard an mehr als 50 Patienten verſucht worden;* (aus einem Briefe aus *Stuttgard* vom 22ſten Febr. 1802, im Reichsanzeiger, No. 73, S. 906.) Zwei *taubſtumme* 14jährige Mädchen erhielten in wenigen Wochen durch die Voltaiſche Electricität die Fähigkeit, zu hören, und machten bisher ſehr gute Fortſchritte im Buchſtabiren und Nachſprechen der ihnen mit gewöhnlicher Stimme vorgeſagten Worte, ſo daſs ſie durch fortgeſetzten guten Unterricht die deutſche Sprache gehörig erlernen werden. — Ein 4jähriger *taubſtumm* geborner Knabe gab nach einigen wenigen Verſuchen ſchon deutliche Zeichen erhaltner Gehörfähigkeit für ſtärkern Schall in der Nähe. — Bei 2 *taubſtumm* gebornen jungen Männern bewirkte die galvaniſche Electricität in 9 Wochen keine merkbare Veränderung im

Hören; erſt in der zehnten Woche ſtellte ſich einige Gehörfähigkeit ein. Dagegen erhielt ein über 30 Jahr alter *taubſtumm* Geborner nach etwa 20 Verſuchen das Gehör ſchon ſo weit wieder, daſs er das Schlagen einer Taſchen- und Wanduhr und die Töne eines Klaviers hörte. — Von *Schwerhörenden*, meiſt Erwachſenen, die theils ſeit mehrern Jahren an vermindertem Gehöre gelitten hatten, theils aus Reizunfähigkeit der Gehörnerven wirklich taub waren, ſind einige hergeſtellt, andere erleichtert worden, und es werden daher die Verſuche mit ihnen noch fortgeſetzt. Bei einigen blieben fortgeſetzte Verſuche fruchtlos, wie denn überhaupt kein Mittel in allen ähnlich ſcheinenden Fällen ſich immer gleich wirkſam zeigt; indeſs hatte kein Patient über Vermehrung des Uebels oder andern Schaden zu klagen, da man die galvaniſche Electricität immer mit Vorſicht angewandt hatte. Bei mehrern muſste die Cur, wegen Rheumatismen, verſchoben werden. — Daſſelbe gilt von verſchiednen *Augenpatienten*, die zum Theil noch in der Cur ſind, und ſchon merkliche Beſſerung verſpüren; auch von mehrern Perſonen, die an einem *Mangel an Erregbarkeit* in beſtimmten Organen leiden.

c. *Wirkung der Electricität und des Galvanismus bei einer Muskel-Lähmung, beobachtet vom Bürger Hallé*, (aus dem *Bulletin des ſciences de la ſoc. philom.*, No. 52, An 9, p. 31.) Ein Mann, dem alle Muskeln an der linken Seite des Geſichts und ſelbſt die untern Muskeln des linken Aug-

apfels durch einen Flufs gelähmt waren, den die Kälte erzeugt hatte, war mehrmahls *electrisirt* worden, ohne dafs an dieser Stelle durch electrische Funken die mindeste Sensation oder Contraction bewirkt wurde; kaum dafs bei Erschütterungsschlägen im grofsen Lippenmuskel einige Zuckung zu bemerken war. — Als man dagegen die Enddrähte einer Voltaischen Säule aus 40 Lagen mit Stellen der kranken Backe, die mit Wasser genäfst waren, in Berührung brachte, geriethen im Augenblicke, wo die Kette geschlossen wurde, alle Gesichtsmuskeln in Contractionen. Der Kranke empfand in ihnen einen Schmerz und eine sehr unangenehme Hitze; das Auge bekam Convulsionen, und vergofs unwillkührlich Thränen, und an den berührten Stellen zeigte sich Röthe und Geschwulst. Diese vergleichenden Versuche über die Wirkung der Electricität und des Galvanismus wurden an mehrern Tagen wiederhohlt. Hallé bemerkte, dafs die Muskeln noch einige Minuten nach dem galvanischen Schlage zusammengezogen blieben. Brachte er an sich selbst die Enddrähte in der Gegend der Speicheldrüsen an, so empfand er einen stechenden Schmerz, Wärme und einen leichten metallischen Geschmack.

---

9. *Akustische Versuche mit Taubstummen.*

Aus diesen Versuchen, die in der Schule der Taubstummen in Paris am 19ten Febr. dieses Jahrs angestellt wurden, ergab sich, dafs die meisten

Taubſtummen die äuſserſt ſchneidenden Töne einer mit dem Bogen geſtrichnen Glasplatte oder Glasröhre hörten; ſie äuſserten ihr Erſtaunen über dieſe ihnen ganz neue Art von Wahrnehmung. Ein junges Mädchen empfand nichts von dieſen Tönen. Ein andres taubes Kind, das gleichfalls nicht das mindeſte von den allerſchneidendſten Tönen vernahm, zeigte dagegen beim Spiele einer ſogenannten *Nägel-* oder *Stahl-Harmonika*, die zwar einen ſehr lieblichen, aber doch nur einen ſchwachen Ton hat, ſo daſs man ihn kaum durch den ganzen Saal hindurch hörte, das lebhafteſte Vergnügen, und hörte alle dieſe Töne ſehr wohl. Vielleicht, daſs die Taubheit derer, die nur die ſchneidendſten Töne hören, von einer allzu ſtarken Spannung des Trommelfells herrührt, indeſs dieſe Membran bei denen, die nur die ſanften Töne hören, allzu ſchlaff, und bei denen, die beide nicht empfinden, ganz gelähmt iſt. (*Moniteur.*)

---

10. *Medeciniſche Verſuche mit Gasarten.*

(Aus einem Schreiben Beddoes an Delamétherie im *Journ. de Phyſ.*, t. 53, A. 10, Brum., p. 405.) Die Wirkungen der Einathmung des *oxygenirten Stickgas* ſind ſo auffallend, daſs der Unglaube an das, was davon erzählt wird, ſehr natürlich iſt. Die Verſuche damit ſind indeſs ſehr oft wiederhohlt worden, und haben immer dieſelben Reſultate gegeben. Ich habe es mit ſehr gutem Erfolge zur Heilung von Paralyſien und zur Reſtauration

tion delabrirter Temperamente gebraucht. — Ich habe junge Katzen und Kaninchen mehrere Monate hindurch täglich acht bis zwölf Stunden lang in *Sauerstoffgas*, das durch Hitze aus Braunsteinoxyd übergetrieben war, erhalten. Ihre Gesundheit schien dadurch nicht gelitten zu haben; aber in ihrem Wachsthume und ihrer innern Organisation fanden sie sich im Vergleiche mit andern von demselben Wurfe unglaublich verändert. Ich bin im Begriffe, die Beschreibung dieser Versuche mit den nöthigen Kupfern versehn, herauszugeben.

---

11. *Schwefel - Wasserstoffgasbäder.*

Polizeypräfectur, Paris den 11ten Vent., J. 10, (aus dem *Moniteur*, No. 162, An 10, p. 646.)

Das Tribunal der *police correctionelle* hat am 23sten des vorigen Monats ein Erkenntniss gefällt, welches die bürgerliche Gesellschaft wesentlich interessirt. Georg Guiétand, Apotheker, hatte der Demoiselle Oxelli ein *Bad aus Schwefel Wasserstoffgas* bereitet. In dem kleinen Zimmer, dessen Fenster geschlossen waren, wurden unter und neben die Badewanne zwei Becken mit glühenden Kohlen gesetzt. Diese zogen gar bald der Dem. Oxelli eine vollkommne Asphyxie zu. Das aus ihnen aufsteigende kohlensaure Gas scheint wenigstens die vornehmste Ursach ihres plötzlichen Todes gewesen zu seyn; denn freilich waren alle Anstalten mit so groſser Nachlässigkeit getroffen, dass

auch das Schwefel - Wasserstoffgas aus der Badewanne entweichen, und die Patientin ersticken konnte. Während einer so wichtigen, die äusserste Vorsicht erfordernden Behandlung, hatte der Bürger Guiétand die Kranke in ihrem Bade allein gelassen, und während seiner Abwesenheit wurde die Badewanne von unwissenden Leuten aufgerissen, da dann die schon in Ohnmacht gesunkne Kranke noch vollends vom Schwefeldampfe getödtet werden musste.

Der Polizeypräfect hat diese Thatsachen bei dem Tribunal der *police correctionelle* angezeigt, und dieses den Bürger Guiétand für schuldig erklärt, durch Unvorsichtigkeit und Sorglosigkeit mit an dem Tode der Dem. Oxelli Schuld gewesen zu seyn. In Rücksicht der Dienste, die er in den andern Zweigen seiner Kunst der bürgerlichen Gesellschaft geleistet habe, verdammte es ihn indess nur zu einer Geldstrafe vom doppelten Belang seiner mobiliaren Contribution, und verboth ihm, je wieder Schwefel - Wasserstoffgasbäder ohne vorgängige Untersuchung und Beistimmung der Gesundheitsbeamten zu reichen.

VI.

PREISFRAGEN.

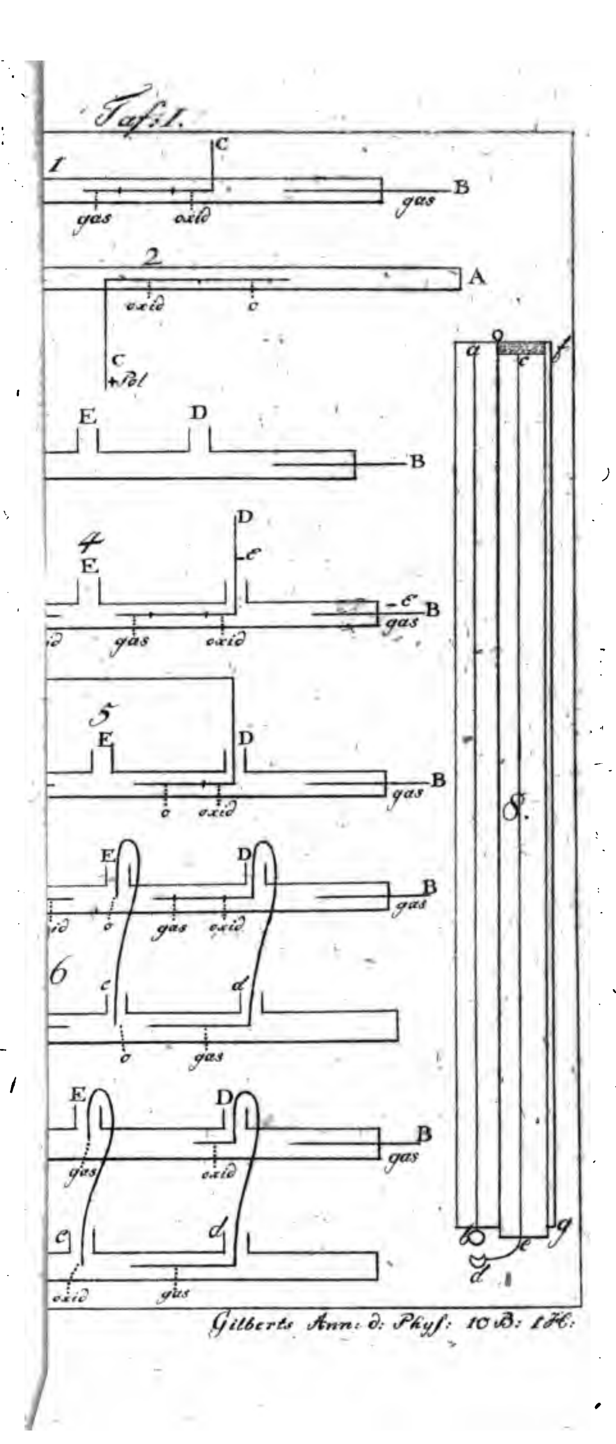
1. Man pflegt täglich *Salze* mit Fleifch- und Kräuterbrühen, Tifanen u. dergl. zu vermifchen, ohne recht zu wiffen, ob diefe falzigen Stoffe dadurch verändert, oder felbft zerfetzt werden. Das *Collegium der Pharmacie zu Paris* fetzt deshalb den vom Präfecten des Seine-Departements geftifteten Preis, eine goldne Schaumünze, 600 Francs an Werth, auf folgendes: *Durch genaue Verfuche zu beftimmen, was mit den gebräuchlichften Salzen*, (fchwefelfaurem Natron, fchwefelfaurer Talkerde, weinfteinfaurem Kali, Natron und Spiefsglanz, und oxygenirt-falzfaurem Queckfilber,) *vorgeht, wenn man fie unter Tifanen, Kräuter-Decocte, Fleifchbrühen, Molken und Kräutertränke mifcht.* Es werden Concurrenten aus allen Landen zugelaffen; die Schriften müffen franzöfifch oder lateinifch gefchrieben, und vor dem 1ften Vendem. Jahr 11 an den Bürger Bouillon-Lagrange, Vorfteher des Collegiums und General-Sekretär der pharmac. Gefellfchaft, eingefandt werden, und die Preisvertheilung ift im Brumaire J. 11.

2. Die Nacheifrungsgefellfchaft zu *Rouen* fetzt eine goldne Medaille, 600 Fr. an Werth, die im Juli

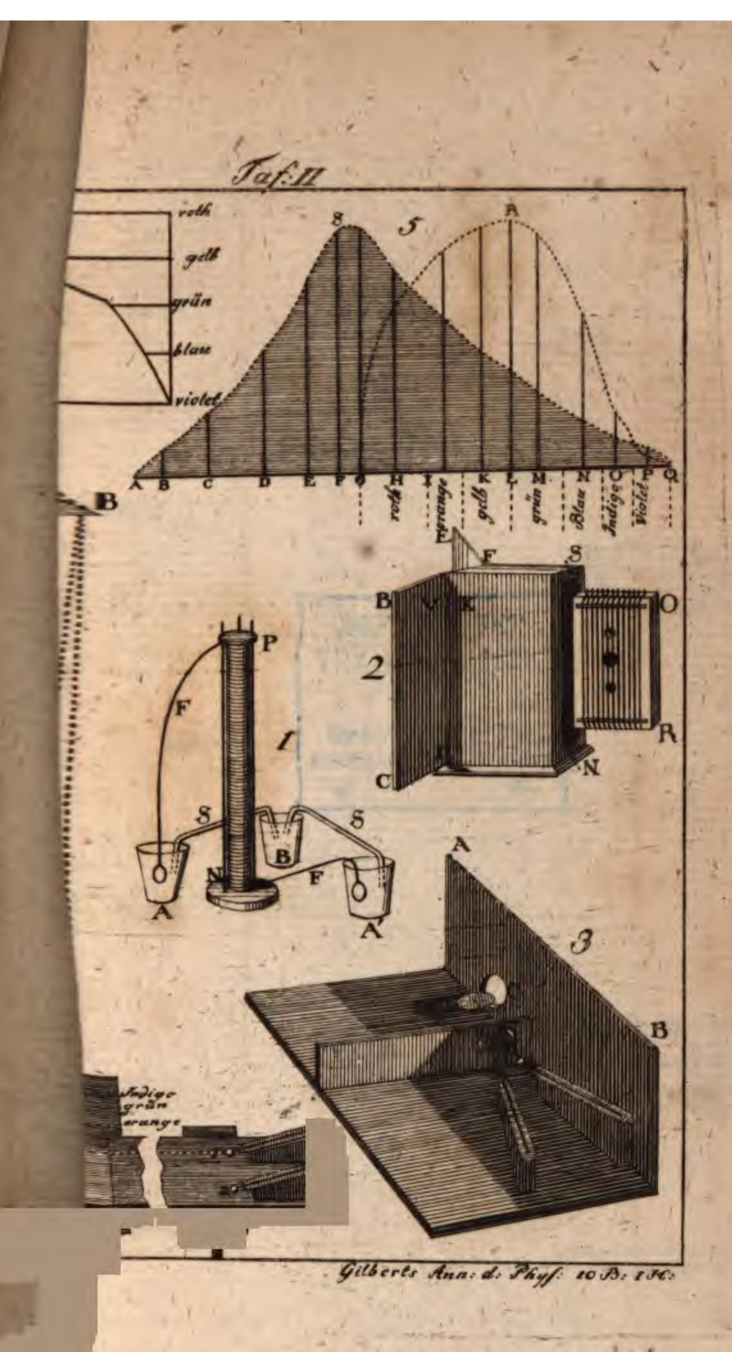
1823 zuerkannt werden soll, auf die *Anzeige eines Verfahrens, gesponnene Baumwolle so roth, wie die sogenannte ostindische zu färben, wobei nicht mehr als 6 Abtrocknungen nöthig sind.* Die eingesandten Proben müssen Seife und Salpetersäure aushalten.

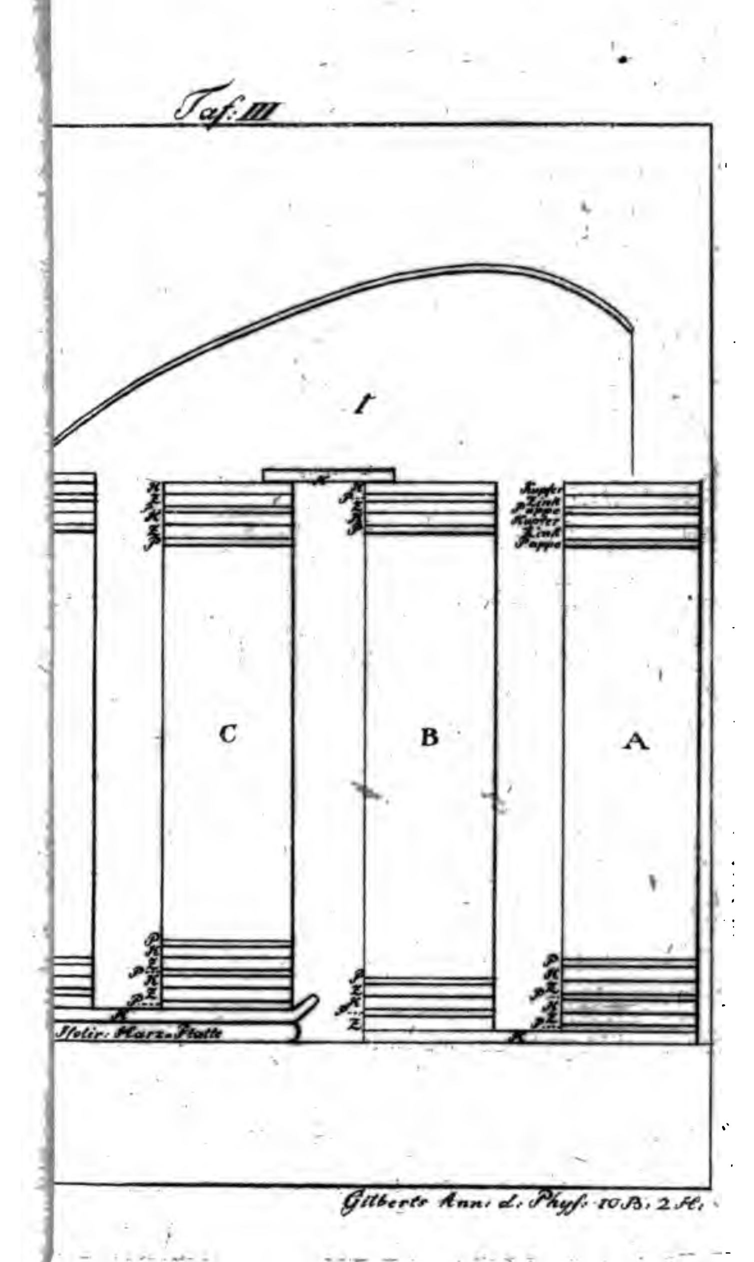
Druckfehler.

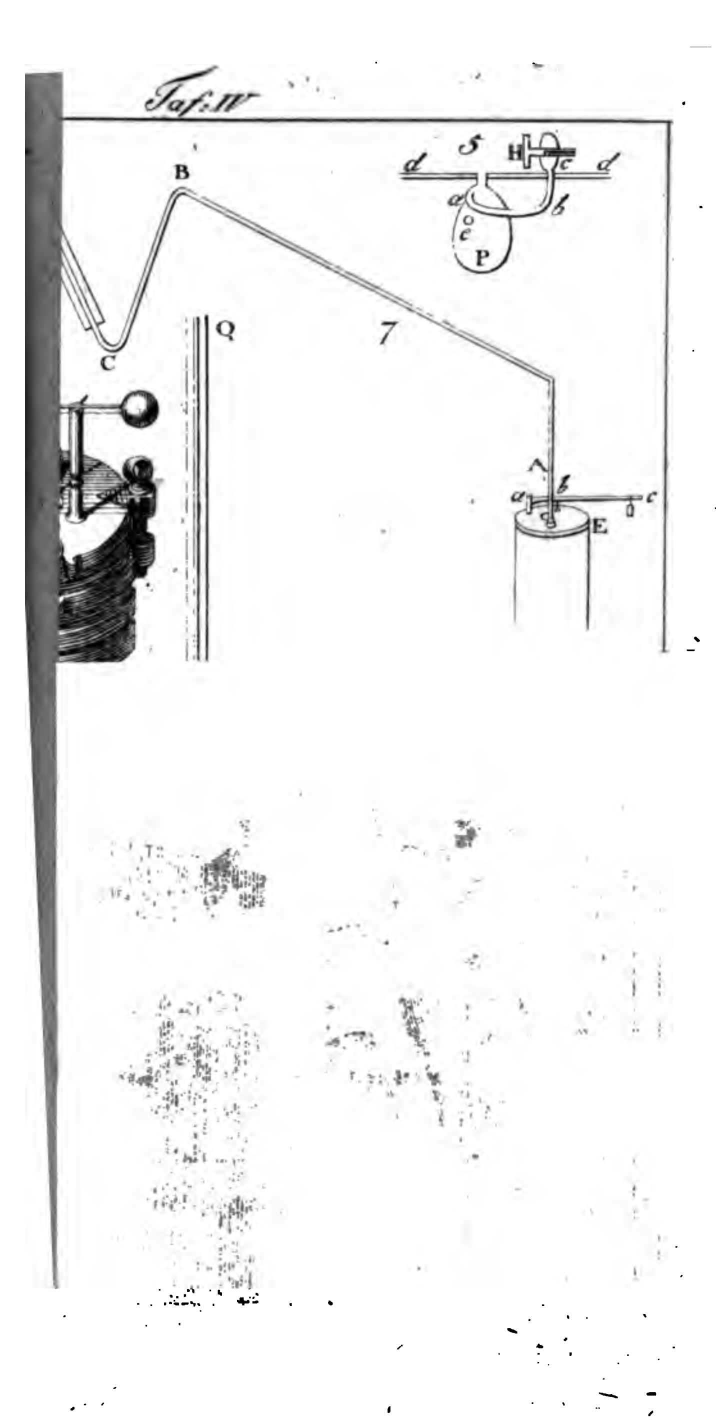
Seite 119 Zeile 9 von unten setze man 20 statt 200 Schichtungen, (vergl. S. 158.) Seite 286 Zeile 9 setze man *Wachs* statt *Wasser*.



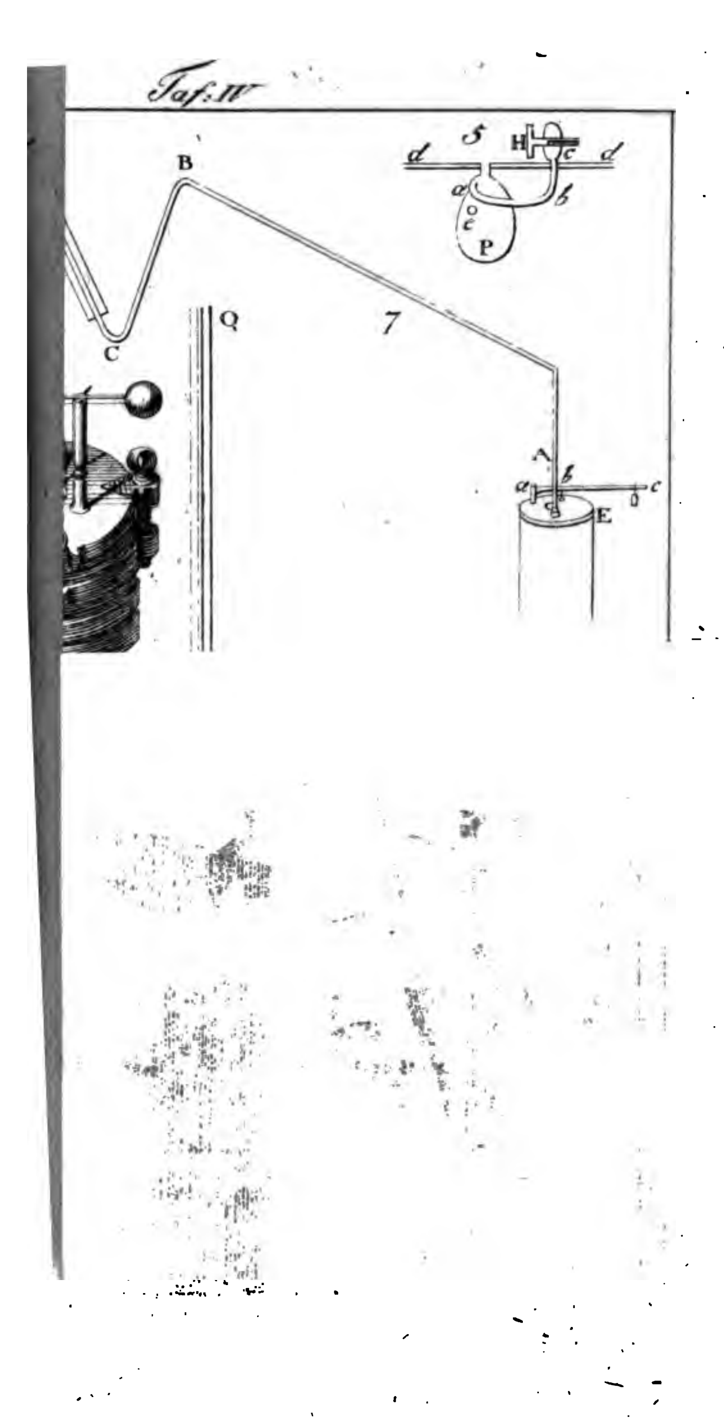
Taf: I.
1
C
B
gas
gas
oxid
2
A
oxid
c
C
+Pol
E
D
B
4
D
-c
E
B
-c
gas
gas
oxid
5
E
D
B
gas
c
oxid
E
D
B
gas
o
gas
oxid
6
c
d
o
gas
E
D
B
gas
gas
oxid
c
d
oxid
gas
a
c
f
8.
b
e
g
d

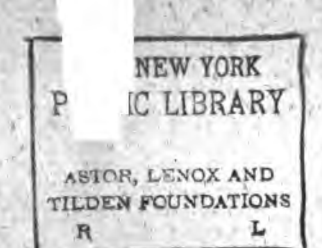

Taf. II
roth
gelb
grün
blau
violet
5
A B C D E F G H I K L M N O P Q
roth
orange
gelb
grün
Blau
Indigo
Violet
2
1
3
Indigo
grün
orange
Gilberts Ann. d. Phys. 10 B. 1 St.

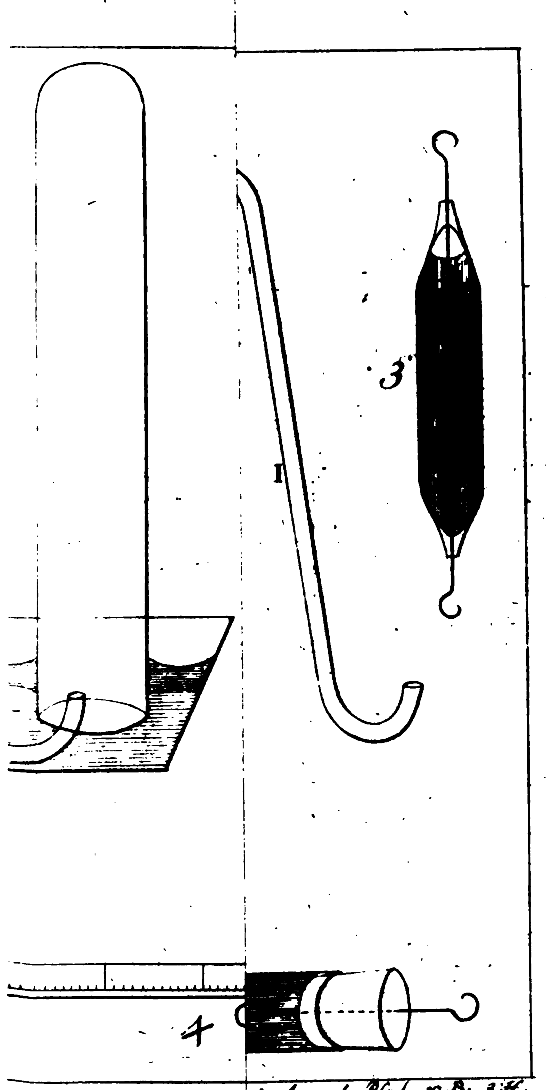

Taf. III
I
Kupfer
Zink
Pappe
Kupfer
Zink
Pappe
C
B
A
Isolir-Harz-Platte
Gilberts Ann. d. Phys. 10 B. 2 H.



Taf. IV
5
H
d
c
d
a
b
e
P
B
C
Q
7
A
a
b
c
E


Taf: IV
5
H
d
c
d
a
b
c
P
B
Q
7
C
A
a
b
c
E




3
I
4















